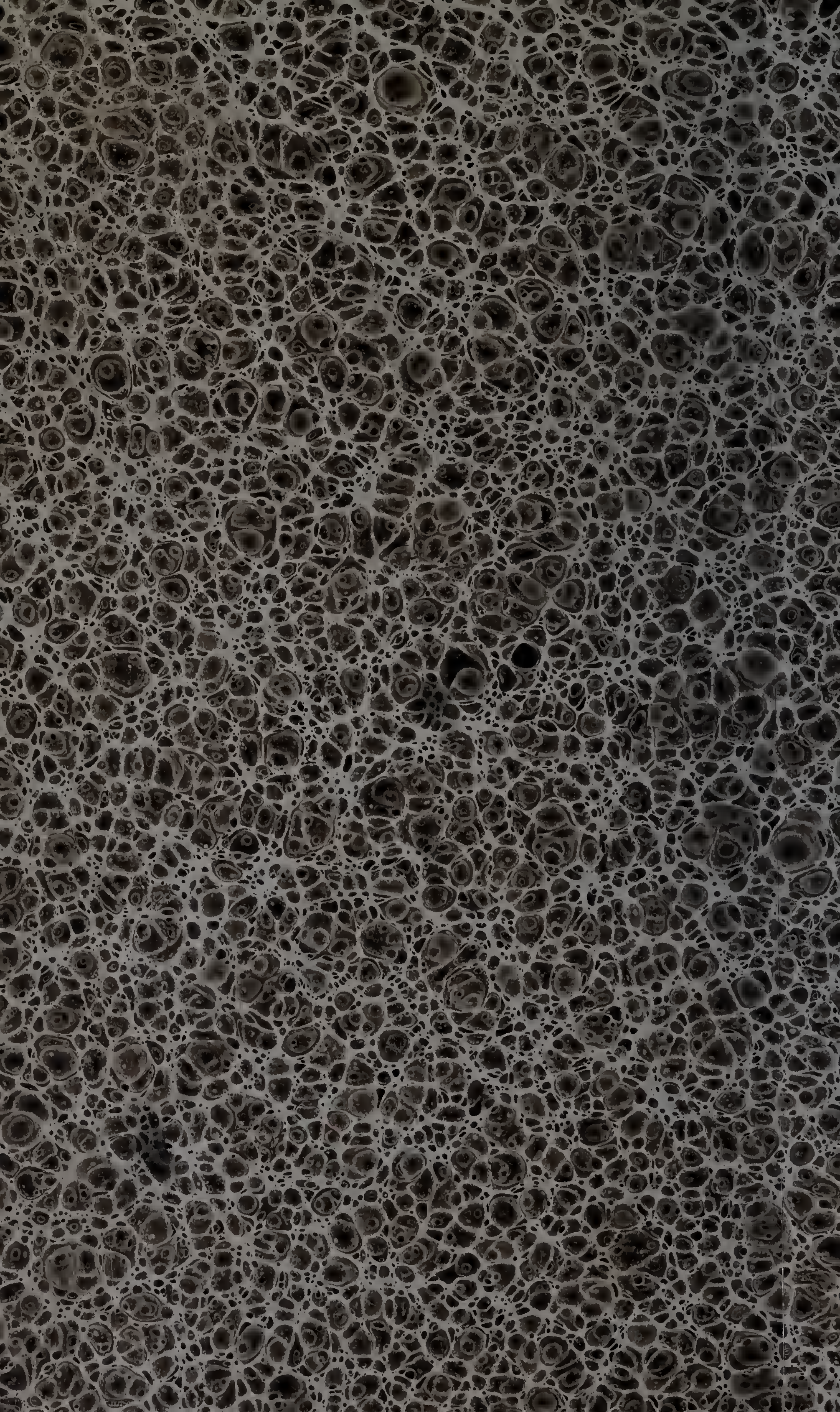
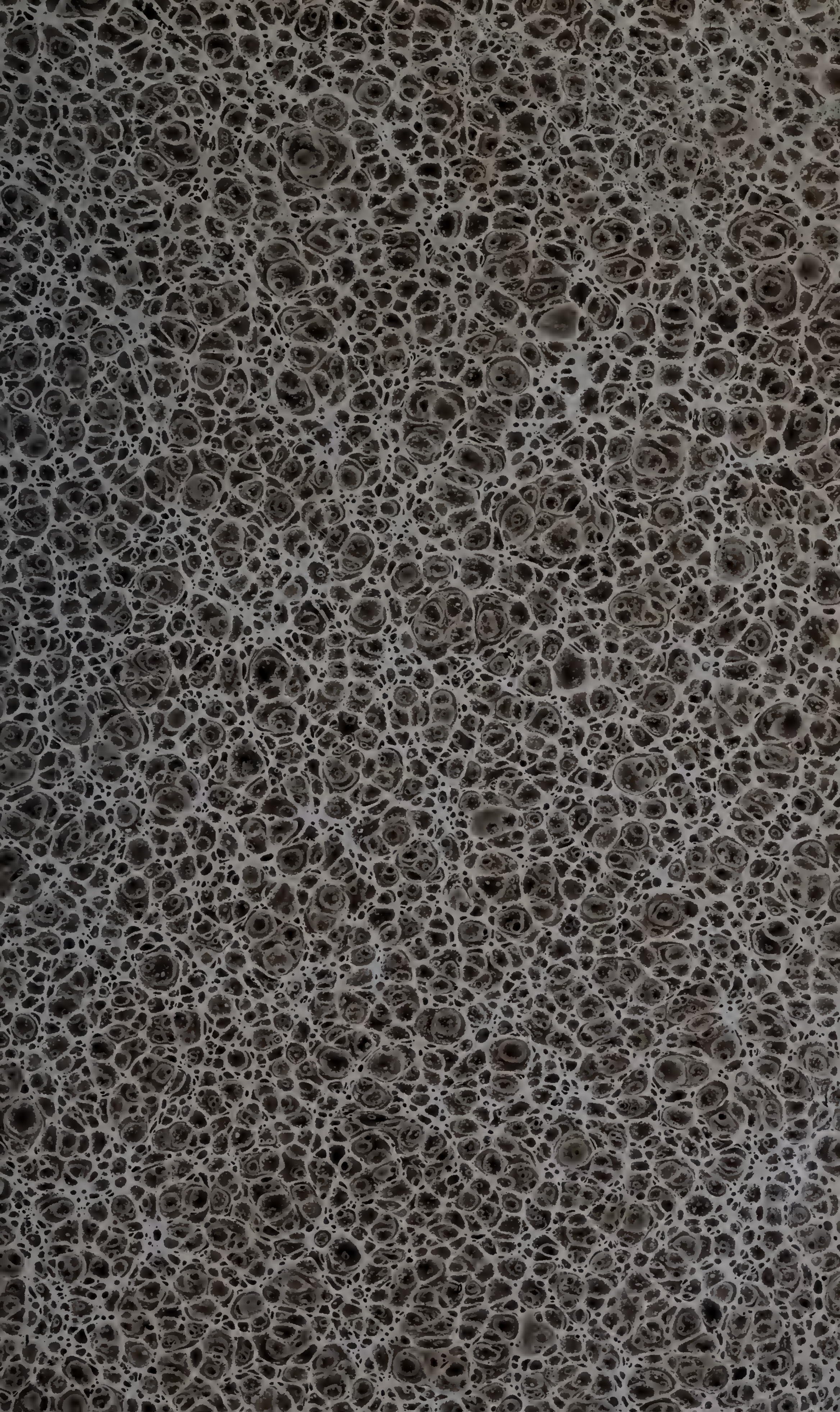






ÉTUDES

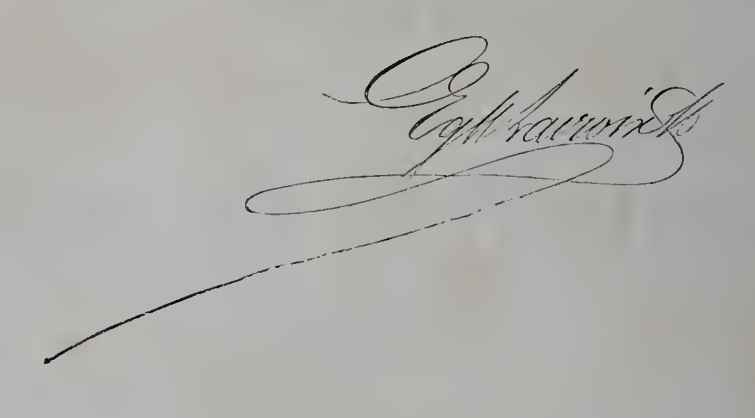
SUR

L'EXPOSITION DE 1867

L'éditeur se réserve le droit de traduire ou de faire traduire les articles de cet ouvrage en toutes langues. Il poursuivra, conformément à la loi et en vertu des traités internationaux, toute contrefaçon ou traduction faites au mépris de ses droits.

Le dépôt légal de cette deuxième série a été fait à Paris à l'époque de novembre 1867, et toutes les ormalités prescrites par les traités sont remplies dans les divers États avec lesquels il existe des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, notre griffe, sera réputé contrefait, et les fabricants et débitants de ces exemplaires seront poursuivis conformément à la loi.



Paris. — Imprimerie P.-A. Bourdier, Capiomont fils aîné et Cie, rue des Poitevins, 6.

22380

ÉTUDES

SUR

L'EXPOSITION DE 1867

OU

ANNALES & ARCHIVES DE L'INDUSTRIE

AU XIX[e] SIÈCLE

DESCRIPTION GÉNÉRALE, ENCYCLOPÉDIQUE, MÉTHODIQUE ET RAISONNÉE

DE L'ÉTAT ACTUEL

des Arts, des Sciences, de l'Industrie et de l'Agriculture, chez toutes les nations

RECUEIL DE TRAVAUX TECHNIQUES, THÉORIQUES, PRATIQUES ET HISTORIQUES

PAR MM. LES RÉDACTEURS DES *Annales du Génie civil*

Avec la collaboration

DE SAVANTS, D'INGÉNIEURS ET DE PROFESSEURS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

EUG. LACROIX
Membre de la Société Industrielle de Mulhouse
Directeur de la Publication

PUBLICATION COMPLÉMENTAIRE DES *Annales du Génie civil.*

2e SÉRIE. — *Fascicules* 6 *à* 10

PARIS
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
Eugène LACROIX, Éditeur
QUAI MALAQUAIS, 15
LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Fb18

TOUS DROITS DE TRADUCTION ET DE REPRODUCTION RÉSERVÉS

718

III

MACHINES A VAPEUR

PAR M. **JULES GAUDRY**, Ingénieur au chemin de fer de l'Est,

ET M. **A. ORTOLAN**, Mécanicien principal de la marine impériale,

AVEC LA COLLABORATION DE DIVERS INGÉNIEURS.

LOCOMOTIVES.

DEUXIÈME ARTICLE.

(Planches XX, XXI et XXII).

Dans le fascicule de mai, nous avons décrit les locomotives qui s'écartent le plus des dispositions accoutumées. Nous arrivons maintenant aux types qu'on peut appeler classiques, et, comme dans la première partie de nos études, nous recueillerons même en dehors de l'Exposition les machines dignes d'intérêt qu'on eut pu y voir.

IV

Locomotives ordinaires à marchandises à 8 roues fixes.

(Planche XX et tableau final C.)

Le support des locomotives ordinaires sur plus de 3 paires de roues, est un des faits saillants de la période que traversent, depuis quelques années, les chemins de fer. A l'Exposition de Paris en 1855, on remarqua la locomotive autrichienne à 8 roues couplées d'Haswel, dite *Wien Raab*. (Voir sa description détaillée au *Bulletin de la Société d'encouragement.*) A l'exhibition de Londres en 1861, la locomotive Petiet-Gouin fut la seule ayant plus de 6 roues, et il y eut en plus deux projets : l'un de M. Forquenot, l'autre de M. Polonceau. Sur les lignes, le nombre de 6 roues n'avait été encore que rarement dépassé. Aujourd'hui il existe en Angleterre, comme ailleurs, des locomotives à 4 roues couplées, ayant en outre 4 roues libres, simplement porteuses, ordinairement groupées en *bogie* ou train mobile autour d'une cheville ouvrière, soit en avant, soit en arrière. Le mémoire de M. Morandière, à la Société des ingénieurs, en 1866 [1], en relate plusieurs appartenant aux lignes à voie étroite, aussi bien qu'à la large voie du *Great-Western*.

Pour le service à petite vitesse, l'accouplement de 8 roues fixes par les moyens ordinaires, sauf le jeu des boîtes à graisse, est un fait qu'on peut regarder comme entré dans la pratique courante en tous pays; c'est à ce système qu'appartenait la locomotive autrichienne ci-dessus relatée.

A l'Exposition actuelle, il y a deux locomotives à 8 roues fixes, avec des dispositions diverses, plus quelques dessins, auxquelles peuvent s'ajouter trois autres machines au dehors; suit leur énumération :

1. Voir *Annales du Génie civil*, 5e année, page 807 et suivantes.

1° *Nord-Fives*, figure ci-dessous [1] et figure 1, planche XX, colonne 3 du tableau C. — Machine ordinaire à marchandises du chemin de fer du Nord, sur le courant de la ligne à grandes courbes, construite à Fives-Lille sur les plans étudiés de concert avec les ingénieurs de la Compagnie du Nord. — On remarquera le long foyer à grille et porte du système Belpaire, la position de l'essieu des roues d'arrière sous le foyer, l'installation du frein sur la machine elle-même et non plus sur le tender; les longerons sont intérieurement entre les roues; au contraire, tout le mécanisme est extérieur : les bielles, tiges, etc , sont en acier fondu. Les 8 essieux sont sans articulation; il y a seulement du jeu latéral dans les boîtes à graisse des roues extrêmes.

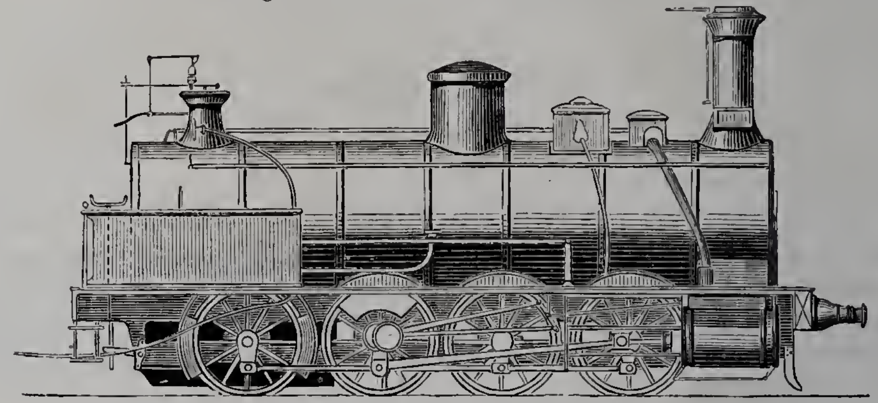


Fig. 1.

2° *Sigl*[2], à Neustadt (Autriche), fig. 5 et colonne 4 du tableau C. — Cette locomotive destinée au service des marchandises, sur les voies russes, est une des plus curieuses de l'Exposition, par l'ensemble de ses dispositions qui sont la pure expression du type allemand. Le châssis est en dehors des roues, ainsi que tout le mouvement. Des manivelles très-minces sont rapportées aux bouts des essieux, et leur tête d'emmanchement sert de fusée, suivant le système dit de Hall. — Les longerons sont à double flasque en tôle de 9 millimètres, découpée comme il est indiqué au dessin; entre les deux flasques est une bande de fer laminée, ayant 185 millimètres de hauteur, 30 millimètres d'épaisseur. La cheminée est en forme dite de Pavillon, pour brûler du bois. Tous les ressorts, sauf ceux d'avant, sont reliés à des balanciers d'équilibre. La coulisse de distribution, du système Allen, la longue chaudière, le parquet en bois de la plate-forme de conduite, la vaste guérite qui le couvre pour abriter le conducteur, les balances des soupapes de sûreté, dite de Egenhoffen, la contre-tige du piston, le type spécial d'injecteur Giffard sont également à noter. La charge sur les roues est, comme suit : sur l'avant, 11.5 tonnes; sur les secondes roues, 12.5; 13 tonnes sur l'essieu moteur; 12 tonnes sur l'essieu d'arrière. Cette machine devra être l'objet plus tard d'une description spéciale et détaillée.

3° *Midi-Cail*, fig. 3 et col. 1 du tableau C. — Cette locomotive, dont les dessins seuls sont à l'Exposition, fait partie d'un lot des 15 construites en 1862 par Cail, sur les plans de la Compagnie du Midi. Le châssis est intérieur, tout le

1. Cette figure dans le texte et les suivantes sont empruntées à nos collègues anglais du journal *Engineering*, dirigé par M. Z. Colburn.

2. La maison Sigl, qui ne s'était encore révélée aux expositions universelles que par des machines secondaires, et dont les produits ont une telle importance en 1867, possède trois établissements : l'un à Vienne, le second à Neustadt-Vienne et le troisième à Berlin. La locomotive exposée porte le numéro 178. Nous retrouverons plus loin une locomotive mixte venant de la même maison.

mouvement est en dehors, le foyer est en porte-à-faux et très-vaste, les ressorts sont accouplés deux à deux par des balanciers. — L'attelage au tender est fait par bielles latérales, s'attachant entre les 3e et 4e roues, et reliées à l'arrière du foyer par un balancier. — Les tôles de la chaudière ont 10 millimètres. La chaudière en ordre de marche contient $5^{mc},63$ et 2450 litres de vapeur. La répartition du poids sur les roues est la suivante : av. 10 tonnes; 2e paire, 11 tonnes; 3e paire, $11^t.9$; roues d'arrière $11^t.6$.

4° *Orléans-Cail*, colonne 2 du tableau C. — Locomotive à marchandises, construite en 1863 par Cail, sur les plans de M. Forquenot, presque semblable à celle du Midi, mais avec chaudière un peu plus courte, munie d'un fumivore Tembrinck. (Voir *Génie civil*, 1865[1].) Les roues extrême ses déplacent latéralement dans les courbes, avec un jeu de 15 millimètres par l'effet de boîtes à graisse munies de *plans inclinés* du système Forquenot. La charge est répartie ainsi qu'il suit sur les roues : $11^t,35$; 12^t; $10^t.55$; 10.30.

5° *Est-Graffenstaden*, fig. 4 et n° 5 du tableau C. — Cette machine, figuran seulement à l'album de la Compagnie de l'Est, a été construite dans les ateliers de Graffenstaden, sur les plans étudiés par la Compagnie, pour les lourds trains de certaines marchandises en transports réguliers, sur des sections à rampes et courbes ordinaires. Elle reproduit à peu près le type connu des locomotives Engerth, découplées d'avec le tender articulé qui existait à l'origine. Il y a toutefois cette différence que le foyer en porte-à-faux a été allégé et qu'il n'a pas été nécessaire de lester l'avant, comme on avait dû le faire dans les Engerth découplées; — tout le mécanisme est extérieur, le châssis est entre les roues et évasé en coude de part et d'autre du foyer élargi lui-même. Les deux paires de roues intermédiaires ont des ressorts communs. Les essieux extrêmes ont du jeu latéral dans leurs boîtes à graisse, sans agencement particulier. Les pistons sont munis de contre-tiges qui les soutiennent, empêchant leur poids d'ovaliser les cylindres.

6° *Atelier de Saint-Léonard*, à Liége (ancien atelier de Reigner Poncelet), fig. 6, n° 7 du tableau C. — Locomotive tender pour traction sur fortes rampes, avec rayon usuel des courbes. — Mouvements extérieurs, ressorts sous les essieux avec balanciers d'équilibre, sauf au milieu; chaudière Crampton avec dôme à l'avant, et cheminée évasée du système Sinclair. — Caisses à eau longitudinales des 2 côtés du corps tubé. Cette machine ne figure à l'Exposition qu'en dessin.

7° *Kitson*, fig. 2 et colonne 6 du tableau C. — Locomotive tender du Great-Northern railway, à mouvements intérieurs; grand foyer supporté à peu près en son milieu par les roues derrière. — Caisses à eau longitudinales. — Cette machine est à remarquer comme spécimen des locomotives à 8 roues, que commencent à adopter les ingénieurs anglais. Divers autres ont été construites pour les Indes et pour le pays de Galles, avec ou sans tender, avec ou sans déplacement des roues extrêmes en vue des courbes.

V

Locomotives à 6 roues couplées ordinaires.

(Planche XX et tableau final C.)

Les machines de cette catégorie rentrent dans le courant habituel de l'exploitation des grandes lignes ferrées. Celles qui sont exposées ne le sont qu'à titre de spécimen de fabrication et comme expression des idées sur les propor-

1. *Annales du Génie civil*, 4e année, page 65, avec planches.

tions adoptées. Il en existe quatre à l'Exposition, que nous allons décrire sans en chercher d'autres en service, en mentionnant toutefois, comme spécimens remarquables, nos types français dits des Ardennes et du Bourbonnais, qui sont devenus classiques. L'Exposition contient, en outre, un grand nombre de dessins de locomotives étrangères à 6 roues couplées, affectant toutes les formes possibles sans particularités nouvelles. Elles seront relatées sommairement à la suite des 4 locomotives exposées, qui sont celles du Midi, de Carlsruhe, d'Evrard et du Creusot.

1° *Ateliers du chemin de fer du Midi*, fig. 7, pl. XX et colonne 8 du tableau C. — Cette machine porte le n° 1 de la construction aux ateliers de la Compagnie, à Bordeaux, sous la direction de M. Laurent; la chaudière est en tôle d'acier des forges Pétin; elle a 9 millimètres d'épaisseur, elle contient 4^{mc} d'eau et 1980 litres de vapeur. Les boîtes à graisse et les supports des glissières sont en bronze, les cylindres sont extérieurs, le châssis et la distribution, avec coulisses du type Allen, sont entre les roues; on remarque le grand diamètre de celles-ci. Les ressorts sont indépendants dans la machine exposée; mais, dans une machine analogue, dont le dessin nous a été communiqué, les roues motrices ont ressorts et balanciers communs, comme il est indiqué à la figure 7. On se propose au besoin de remplacer les roues d'avant par d'autres qui seraient libres et découplées en vue de constituer une machine mixte proprement dite, sans faire aucun autre changement que la substitution immédiate des roues montées, n'ayant ainsi qu'un seul type de matériel. La répartition disposée sur les roues en marche est la suivante : Av., $11^t.2$; mot, $12^t,5$; arr., 11^t.

2° *Ateliers de Carlsruhe* (1867, n° 459), voir fig. 8 et colonne 9 du tableau C. — Cette machine est un spécimen de la bonne fabrication des ateliers de Carlsruhe, l'un des meilleurs de l'Allemagne, et qui avaient déjà envoyé une belle locomotive à l'Exposition de Paris, en 1855. Celle qui est actuellement au Champ de Mars est une locomotive ordinaire à marchandises, rappelant notre type français dit des Ardennes, lequel fait partie de l'album de la Compagnie de l'Est précité.

Parmi les dessins de locomotive exposés par la Compagnie de Carlsruhe, il y en a trois appartenant à la classe des locomotives à 6 roues couplées, savoir :

1° Locomotive du type belge à très-long foyer, châssis extérieurs, mouvements intérieurs, bielles d'accouplement évidées sur le plat pour l'allégement. La chaudière est du type Crampton, mais avec boîte à fumée renflée et dôme à l'avant. Cylindre, 450 millimètres; course, 600; roues, $1^m.45$; surface de chauffe, $109^{mq}.70$, dont 11.24 pour le foyer; poids en marche, 33.5 tonnes.

2° Locomotive avec chaudière du même type que celle de la machine exposée. — Mouvements extérieurs du type Engerth : cylindre, 432; course 612; roues, $1^m.12$; entre axes, $3^m.45$; chauffe, 106.84, dont 6.24 pour le foyer; poids en marche, $30^t.40$.

3° Machine disposée comme celle de l'Exposition, mais avec cylindres de 457; course, 686; roues, 1.52; entre axes, $3^m.45$; chauffe, $119^{mq}.24$, dont 6.71 pour le foyer; poids, $35^t.60$.

3° *Evrard*, à Bruxelles, voir fig. 9 et colonne 10 du tableau C. — Locomotive à marchandises à grandes roues, dans le genre anglais, construite aux ateliers du matériel des chemins de fer, sous la direction de M. Evrard; — foyer carré, supporté vers son milieu par les roues d'arrière; — longerons extérieurs, auxquels est ajouté un longeron au milieu, sous le corps tubé seulement. La charge sur les roues en marche est ainsi repartie : Av., 12^t; motrices, 12^t; arr., 11 t.5.

Le même constructeur expose les dessins de plusieurs locomotives à 6 roues couplées, savoir : 1° pour les chemins russes, avec châssis intérieurs et mouvements extérieurs, les roues entre les boîtes à feu et à fumée; 2° pour le chemin du Luxembourg, type analogue à celui de l'Exposition, mais avec foyer vulgaire; 3° pour les chemins de l'état belge, type qui paraît être celui qui est exposé, au moins dans les agencements principaux.

4° *Ateliers du Creusot*[1], voir colonne 11 du tableau C, et figure ci-dessous.

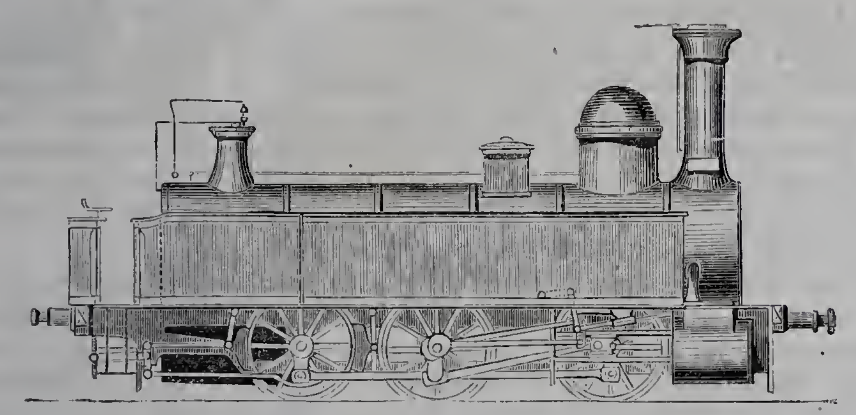


Fig. 2.

— Cette machine construite au Creusot, sous le n° 1080, appartient à la classe des locomotives tender, et a pour objet de remorquer des lourds trains de marchandises sur des embranchements à petits parcours et à profil accidenté, où les rampes atteignent 22 millimètres. En palier, elles remorquent, dit-on facilement 700 tonnes de poids utile. Elle a été étudiée et construite au Creusot. Tout le mouvement est extérieur, rappelant le type Engerth. Les caisses à eau s'allongent de part et d'autre sur les côtés du corps tubé.

5° *Dessins divers.* — Les dessins photographiés de locomotives à marchandises à 6 roues couplées abondent à l'Exposition. Nous mentionnons les suivantes :

1° *Fowler.* Ce constructeur, dont les ateliers considérables, primitivement affectés à la construction des machines agricoles, ont adopté la spécialité des locomotives, a exhibé divers dessins, parmi lesquels sont deux locomotives à 6 roues couplées ordinaires d'un élégant modèle : la première, où tout le mécanisme et le châssis sont intérieurs, les roues d'avant et du milieu sont pourvues de balanciers. La chaudière appartient au type Stephenson, avec boîte à feu et boîte à fumée renflées. L'autre locomotive est entièrement conforme au type bien connu en Angleterre, du Dover and Chatam Railway. Voir le mémoire déjà cité de M. Morandière, sur les railways anglais, et le rapport de M. Gaudry, sur l'Exposition universelle de Londres, en 1861.

2° *Hartmann.* Parmi les dessins exhibés, nous avons remarqué une locomotive tender à 6 roues couplées, de forme exceptionnelle, avec boîte à feu très-élevée au-dessus du corps cylindrique, lequel, en outre, a un dôme de vapeur

1. Les ateliers du Creusot sont bien connus. Ce gigantesque établissement, entièremen réorganisé, a construit ses premières locomotives en 1838. Le chiffre 1.100 est aujourd'hui dépassé. La moyenne peut être évaluée à 120 locomotives construites par an. Des fournitures considérables ont été faites à la Russie, l'Espagne, l'Italie, la Belgique et l'Angleterre. Plusieurs types admis comme classiques ont été étudiés au Creusot, notamment les Engerth, le type dit Ardennes, Nord-Espagne, Paris-Lyon, etc. On sait que le Creusot a en outre une fabrication spéciale de machines marines et une forge à fer avec dix hauts-fourneaux ; — le reste en proportion.

à l'avant : le châssis est intérieur, tout le mouvement est extérieur, les caisses à eau et à coke, sont en arrière du foyer, comme dans nos anciennes locomotives françaises, dites du Midi ; les roues d'arrière, placées en arrière de la boîte à feu, portent cette charge des caisses. La machine a été construite en 1866, sous le n° 281 et sous le nom de Castrop ; l'accueil inhospitalier qui nous a été fait auprès des machines Hartmann, à l'Exposition, ne nous a pas permis de recueillir d'autres renseignements.

3° *Sharp*. Cette célèbre maison de Manchester a exposé les photographies d'un grand nombre de locomotives de toutes formes et pour tous pays, parmi lesquelles sont plusieurs locomotives à marchandises à 6 roues couplées, notamment : 1° Machine tender à châssis extérieur, mouvements intérieurs, caisse à eau placée concentriquement sur la chaudière ; les ressorts des roues d'avant et du milieu sont pourvues de balanciers d'équilibre ; 2° Même genre de machine, avec châssis intérieur, et caisses longitudinales de part et d'autre du foyer ; 3° Même genre de machine avec châssis extérieur.

4° *Sigl*, à Vienne. — Machine ordinaire à marchandises, construite en 1866, sous le n° 451. — Châssis et mécanisme extérieurs ; les ressorts d'avant sont indépendants, les autres sont équilibrés par des balanciers. Suivent les principales dimensions : cylindres, 450 millimètres ; course, 630 ; 171 tubes longs de $4^{m}.30$, sur 51 millimètres de diamètre dans un corps tubé de $1^{m}.38$; pression de 7.5 atmosphères ; chauffe totale de $128^{mq}.30$, dont 7.73 dans le foyer. Poids de la machine vide, 34 tonnes, et en marche, 38 tonnes, dont 13.25 sur les roues motrices, et le reste également sur les roues extérieures.

5° *Compagnie du Nord-Ferdinand* (*Autriche*). — Dessin d'une locomotive ordinaire à marchandises à 6 roues couplées, de la ligne d'Ostrau, à Cracovie, n'ayant que des rampes de 4 millimètres. La charge réglementaire remorquée est 600 tonnes. Cette machine est du pur type allemand, où les châssis découpés et les mouvements sont extérieurs et disposés suivant le système dit de Hall, comme dans la machine de Sigl. (Voir ci-dessus à l'article des locomotives à 8 roues.) Les 6 roues couplées sont comme dans nos Engerth, entre la boîte à fumée et la boîte à feu. Celle-ci est donc en porte à faux, quoique de dimensions considérables pour contenir une vaste grille en vue de brûler du menu de houille. On annonce que la consommation est inférieure à 5 kilog. brûlés par kilomètre et par 100 tonnes transportées. La forme de la chaudière est celle à boîte à feu renflée par rapport au corps tubé, lequel à un dôme à l'avant. La chaudière est construite en tôle d'acier Krupp, à laquelle on substitue maintenant la tôle Bessemer. Suivent les principales dimensions : pression, 8 atmosphères ; grille, $1^{m}.60$; 165 tubes longs de $4^{m}.10$, sur 53 millimètres de diamètre. Surface de chauffe, 120 mètres carrés, dont 8 mètres dans le foyer. Roues, 1.20, avec 3 mètres d'entr'axes ; cylindres, 480 millimètres ; course, 630 millimètres ; poids en marche, 29 tonnes.

VI

Locomotives à quatre roues couplées.

(Planches XX et XXII, et tableau final D et E.)

La classe des locomotives à quatre roues couplées, dites mixtes, aujourd'hui prédominantes sur les chemins de fer, est représentée à l'Exposition par une très-grande variété de types résumés en onze locomotives, plus un grand nombre de dessins ou photographies. Parmi ces machines, les unes sont suivies d'un tender distinct proprement dit ; tantôt elles constituent une machine-tender d'un

corps unique, en adaptant une ou plusieurs paires de roues porteuses souvent agencées en train mobile dit *bogie*. Aux machines exhibées au Champ de Mars, nous en ajoutons quelques autres restées en service et de construction récente qui compléteront notre étude comparative. Quelques-unes vont être représentées dans le texte même par des dessins que nous empruntons à nos collègues anglais d'*Engineering*.

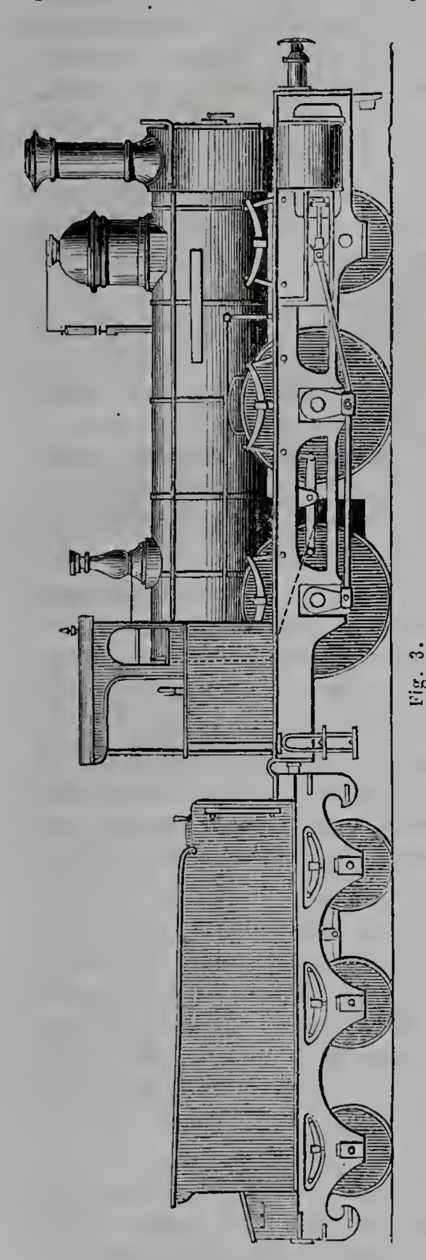


Fig. 3.

1° *Borsig*, à Berlin. — Figure ci-contre et colonne 3me du tableau D. — Ce constructeur, dont les œuvres magnifiques au point de vue de l'exécution ont fait une si mémorable apparition à l'exposition universelle de 1855, où il obtint la première médaille, a envoyé présentement une locomotive à voyageurs portant le numéro de construction 2000. Comme proportions, agencement et travail, elle est encore un des beaux ouvrages de l'Exposition, tout en conservant son type allemand avec châssis en dehors, mécanisme extérieur, manivelles rapportées extérieurement aux bouts des essieux. Une guérite élégante à vitres mobiles abrite le mécanicien sur la plateforme. Les roues couplées sont munies de balanciers d'équilibre. Les pièces du mécanisme sont en acier fondu et de dimensions très-réduites, suivant l'usage de Borsig. La charge sur les roues est répartie comme il suit : av. 12,25 ; mill. 11,75 ; charge arr. 11,25. Les ressorts ont 1 mètre de largeur et comptent à l'avant 9 lames et à l'arrière 12 lames de 12 millimètres. La chaudière est en tôle de 11 1/2 millimètres elle contient 3m25 d'eau et 1830 litres de vapeur. La grille a une disposition particulière à deux gradins, l'un à 1m,72 du ciel de foyer, l'autre à 0m,72 seulement sous lequel est logé l'essieu d'arrière qui est ainsi à peu près sous le milieu de la boîte à feu.

Le tender qui accompagne la machine à Exposition, est un type des tenders allemands. Il est d'une très-grande dimension, monté sur six roues. Le châssis est en tôle de 8 millimètres, découpée suivant l'indication du dessin ci-contre, et très-ouvragé.

Toutes les pièces sont peintes au gris de zinc verni jouant le poli et donnant à la machine un cachet de fini et d'élégance remarquable usuel en Allemagne.

On peut voir dans *Engineering* du 10 janvier 1867 une autre locomotive mixte de Borsig à 2 dômes sur le corps tubé qui est un type caractéristique de ce constructeur.

2° *Hartmann*, à Chemnitz, Saxe. — Fig. 8, Pl. XXI et colonne 4e du tableau D — Locomotive express du chemin de fer de Luxembourg où elle a servi six mois sans réparation, portant le numéro de construction 273. Le constructeur semble avoir pris pour programme de reproduire tous les agencements des première

machines allemandes, notamment le châssis simple et intérieur à longerons avec plaques de garde rapportées; cylindres extérieurs; distribution entre les roues avec relevage des coulisses par mécanisme à vis débrayable à volonté pour la manœuvre du levier à bras. Les roues de derrière, placées au delà du foyer, sont couplées avec les roues motrices et munies de balanciers équilibrant les ressorts. La chaudière est, dit-on, en tôle de 15 millimètres; elle contient 3,300 litres d'eau et 1,600 litres de vapeur, y compris le dôme vers l'avant du corps tubé. La cheminée est conique et en fonte; les balanciers de soupape de sûreté sont d'un système analogue à celui dit Lemonnier et Vallée, où par le jeu d'un déclic la soupape s'ouvre de suite en grand à l'émission en cas d'excès de vapeur. Une guérite élégante à vitres mobiles abrite le mécanicien.

Outre la locomotive exposée, M. Hartmann a un dessin de locomotive mixte à foyer mis en porte-à-faux sur laquelle les renseignements nous manquent.

3° *Sigl*, à Neustadt (Autriche). — Fig. 1 et colonne 5me du tableau D. — Locomotive dite du système Hall, portant le numéro 125 de construction. Expression complète du type allemand. Cylindres extérieurs, distribution intérieure, châssis simple en dehors des roues; celles-ci ayant des manivelles rapportées aux bouts des essieux; leur tête d'emmanchement sur l'essieu sert de tourillon. Les longerons du châssis sont formés de plaques en tôle de 9 millimètres, découpées et entretoisées par une bande de fer laminée comme sur la machine à huit roues ci-devant décrite. — Alimentation par deux giffards d'une forme spéciale. La plate-forme est parquetée, le mécanicien y est protégé par une guérite confortable et élégante, à verres pivotant sur un axe vertical de manière à en permettre très-aisément l'ouverture en route pour le nettoyage. La chaudière est, dit-on, en tôle de 15 millimètres à double rivure. La cheminée est fixée sur sa base par des collets boulonnés. Sous la boîte à fumée il existe, comme dans beaucoup de machines allemandes, une valve ou sorte de robinet pour évacuer les cendres sans poussière au dehors. La charge est répartie ainsi qu'il suit sur les roues : av. 10 t. 5 ; mill. 11 ; arr. 11,5.

Outre la locomotive exposée, M. Sigl a le dessin d'une mixte où les roues d'arrière sont couplées avec les roues motrices : les agencements sont à peu près les mêmes que dans la machine exposée. Suivent les dimensions principales : cylindres 430 ; course 584 ; 173 tubes longs de 3m43 sur 51 millimètres de diamètre ; pression de 7 atmosphères 1/2 ; surface de chauffe de 103m40 dont 8m24 dans le foyer ; diamètre des roues couplées 1.678 ; base totale extrême 4m72. La machine pèse vide 33 tonnes, et en marche 36,25 ainsi réparties : av. 13 tonnes 25 ; mill. 12.50 ; arr. 10.75.

4° *Kessler*, à Esslingen. — Fig. 5 et colonne 12me du tableau D.— Ce constructeur, l'un des plus importants de l'Allemagne, est connu en France par les belles locomotives qu'il avait exposées, en 1855, à Paris, et par quelques Engerths construits pour le chemin de fer du Nord. La machine mixte portant le numéro 800, qu'il expose aujourd'hui, est destinée à la ligne indienne de Calcutta à Delhi en rails Brunel à écartement de 1m70 : elle est exécutée d'après des plans anglais : — cylindres et châssis extérieurs ; ressorts indépendants et non réglables ; le ressort d'arrière est à cheval sur les deux boîtes à graisse derrière le foyer. Distribution intérieure : la chaudière contient 2,800 litres d'eau et 1,130 de vapeur. La charge sur les roues en marche est réglée comme il suit : av. 11.6 ; mot. 10.4 ; arr. 10.4. Le tender qui suit la machine est à six roues de 1m14, ayant 3m63 d'entr'axe extrême chargées également. La plate-forme du mécanicien est abritée par une tente en toile sur carcasse en fer. L'exécution de la machine Kessler est fort belle.

5° *Kitson*, de Leeds. — Fig. 2 et colonne 2me du tableau D. — Locomotive

mixte portant le numéro de construction 1423 et destinée à une des lignes indiennes, ayant à cet effet au-dessus de la plateforme du mécanicien une élégante toiture. Mouvement intérieur du type anglais avec doubles glissières latérales; coulisse simple avec relevage par mécanisme à vis débrayable à volonté pour les manœuvres à bras. Les pièces du mouvement sont en fer sau les tiges des pistons qui sont en acier. Double châssis dont les longerons intérieurs servent aux roues couplées et les longerons extérieurs à la paire de roues libres; les longerons intérieurs ont 25 millimètres et les longerons extérieurs 12 millimètres d'épaisseur. Les essieux des roues couplées ont des fusées de 152 millimètres de diamètre sur 228 millimètres de longueur; les coussinets sont en alliage blanc. Les roues de devant ont un jeu latéral de 25 millimètres et les fusées sont munies de coussinets inclinés dits du système Cortazzi. Les ressorts de suspension sont calculés pour une flexion de 5 millimètres par tonne. Ceux des roues motrices sont seuls réglables à volonté. La charge sur les roues est répartie en charge comme il suit : 9 tonnes sur les roues d'avant; 19 tonnes divisées également sur les roues couplées.

La chaudière est munie de divers appareils spéciaux, savoir: 1° un fumivore composé d'une voûte en brique à moitié foyer et d'une plaque dite deffleeteur, pour diriger sous la voûte l'air entrant par la porte accoutumée ; 2° un *anti-incrustateur* du système Becker; 3° des soupapes de sûreté du système Naylor; 4° un *arrête-escarbille* cylindrique placé dans la boîte à fumée. Ils seront décrits plus tard. Les boîtes à feu et à fumée sont raccordées par des cornières au corps tubé. Les cuivres du foyer ont 12 millimètres d'épaisseur, sauf la plaque tubulaire qui a 21 millimètres. Le dôme au milieu du corps tubé contient une prise de vapeur à tiroir régulateur équilibré. L'alimentation de la chaudière se fait par deux petits giffards installés sur la plateforme.

6°' *Fowler*, de Leeds. — Fig. 10 — Locomotive express du Great-Northern, rail way, construite sur les plans de M. Sturrock. Roues couplées de 2^{m}13 sur lesquelles la charge est répartie également avec balanciers d'équilibre entre les ressorts. Les roues libres d'avant et les six roues du tender ont 1^{m}27 de diamètre. L'entre-axe extrême de la machine est 5^{m}42; les cylindres ont 430 millimètres de diamètre sur 600 de course. La chauffe égale 93 mètres, dont 10^{m}48 dans le foyer, lequel a 1^{m}76 de grille. Le mouvement est intérieur et le châssis extérieur à doubles flasques entretoisées du système bien connu de M. Sturrock. La machine remorque, dit-on, sur la ligne courante à faibles pentes vingt voitures à la vitesse de 96 kilomètres. Voir la description détaillée d'une machine analogue dans le journal *Engineering* (1867).

Outre la machine du Great-Northern, dont le dessin seul est exposé (dans la galerie de l'agriculture) M. Fowler exhibe aussi celui des locomotives tenders d'Irlande à peu près agencées comme la précédente, mais avec chaudière du type Crampton munie d'un dôme vers le milieu du corps tubé. Les roues sont moins écartées et les caisses à eau sont longitudinales.

7° *Seraing* [1]. — Fig. ci-après et colonne 10me du tableau D. — Locomotive express de l'État belge. Grand foyer, du système Belpaire; châssis à double longeron de part et d'autre des roues. Mouvement intérieur du type anglais avec

1. Les établissements de Seraing, E. Sardoine, directeur, comptent parmi les plus vastes du monde. Ils ont dans la même enceinte, sur quatre-vingt-dix hectares de superficie, les houillières minières, fourneaux, forges, ateliers. Ils sont spécialement organisés pour la fourniture annuelle de 50 locomotives et ils en ont livré 675, non compris les autres engins de toute sorte, tels que navires, soufflerics, outils, ponts, etc. La maison a une succursale à Anvers et une autre à Pétersbourg, en Russie.

glissières latérales. La chaudière contient 3,000 litres d'eau et 2,500 de vapeur. La charge est répartie comme il suit en marche : avant 9 tonnes 3; milieu et arrière 24 tonnes également par moitié, dit-on.

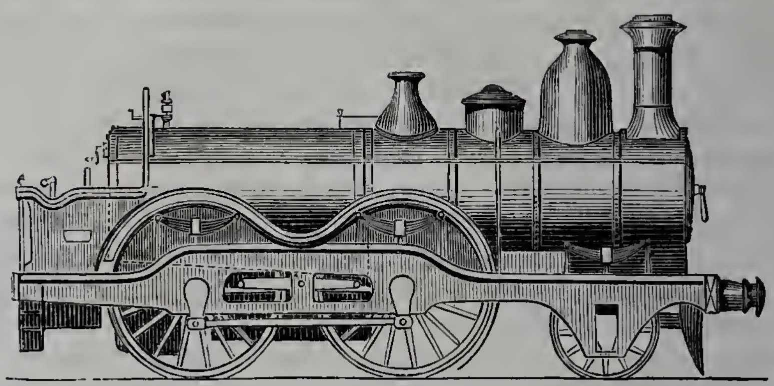


Fig. 4.

8° *Urban-Central belge.*— Fig. 12 et colonne 11 du tableau D.— Locomotive express de la ligne d'Anvers à Rotterdam, surtout remarquable par la position inusitée des cylindres extérieurs; bâti intérieur; très-long foyer du type Belpaire avec grille à jours étroits, dôme sur le milieu du corps tubé, lequel contient un régulateur ordinaire. L'essieu moteur a quatre ressorts placés sous les boîtes à graisse, avec balancier d'équilibre au-dessous du cadre du foyer; ressort d'avant au-dessus des boîtes à graisse avec un support transversal qui les rejette, en porte à faux des roues, sur les flancs de la chaudière, comme dans certaines machines françaises de Cail et de Kœchlin; tuyau d'échappement sous la chaudière; distribution extérieure du système Walschaert; injecteurs Giffard verticaux, du type français dit du chemin de fer de Lyon. La chaudière est ovalisée de 6 centimètres, sans tirants. La machine est lourde, mais la charge est très-bien répartie.

9° *Creusot-Sinclair.* — Fig. 7, colonne 1re du tableau D. — Quoique non exposée, nous décrivons cette locomotive construite en 1866 au Creusot sur les plans de M. Sinclair pour le Great-Eastern railway. C'est une de ces machines dont la commande en France a tant indigné le patriotisme britannique, mais qui a fait remarquablement ses preuves en concours avec les locomotives d'Hawthorn, Kitson et Vulcan-foundry. — Cylindres extérieurs, châssis de la locomotive entre les roues, ceux du tender sont à doubles flasques en tôle de 11 millimètres. Les essieux et les bandages des roues sont en acier Krupp. Les fusées ont la forme en arc propre à M. Sinclair; les boîtes à graisse, coquilles et coussinets rapportés, les tiroirs et pistons sont en bronze; ces derniers sont garnis de segments en fonte, leur tige est en acier Krupp, les colliers d'excentrique et leurs barres sont d'une seule et même pièce. La chaudière est à simple rivure, les tubes sont garnis de viroles en fonte malléable, l'échappement est variable suivant le type français. La cheminée est évasée de bas en haut. La machine remorque en service courant 35 wagons de marchandises chargés à 10 tonnes, ou de 18 à 28 voitures à voyageurs. Suivent quelques dimensions complémentaires du tableau: épaisseur des tôles 11 millimètres; surface de grille 1m26; diamètre d'essieux 152 millimètres à la fusée et 178 millimètres en callage. Longueur de la fusée 178 millimètres, tige de piston en acier Krupp 52 millimètres de diamètre, charge sur les roues couplées 21 tonnes.

10. *Ateliers du chemin de fer de Lyon.* — Figure ci-après et colonne 7me du tableau D. — Cette locomotive originairement construite en 1851, a été transfor

mée, en 1867, aux ateliers de la Compagnie de Paris. Les modifications ont été les suivantes : 1° Corps tubé allongé de $0^{m}75$, et par suite le foyer reculé ; 2° l'essieu d'arrière et ses supports ont été changés; les fusées primitivement en dedans sous les longerons prolongés en droite ligne, ont été reportées en dehors et on a appliqué le faux châssis extérieur; l'essieu peut en outre se déplacer par les plans inclinés du système Sharp; 3° changement de marche

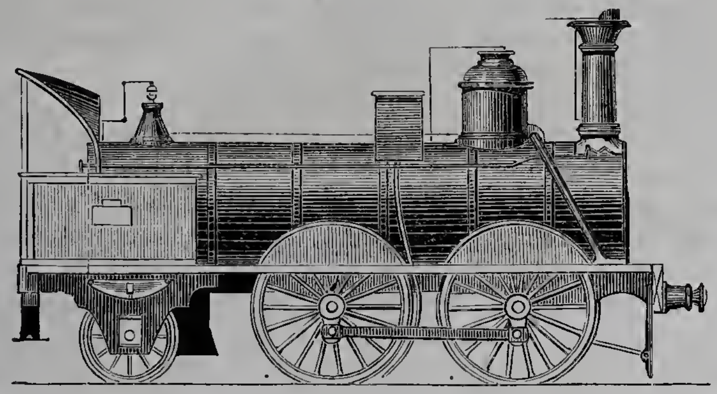


Fig. 5.

par mécanisme à vis du système Kitson; 4° frein à vapeur Lechatellier; 5° giffard spécial type de Lyon; 6° fumivore par injection de vapeur et introduction d'air par entretoises creuses, système Thierry. — La chaudière contient 3,000 litres d'eau et 1750 litres de vapeur. La charge sur les roues est répartie comme ilsuit : avant et milieu 19 tonnes également par moitié, arrière 6 tonnes 825.

11. *Cail, à Paris.* — Figure ci-dessous et colonne 6me du tableau D. — Locomotive du nord-belge ayant à peu près les dispositions de la précédente notamment pour les roues d'arrière avec longeron partiel extérieur, laissant les ressorts et boîtes à graisse en saillie, contrairement au système précédent de Lyon.

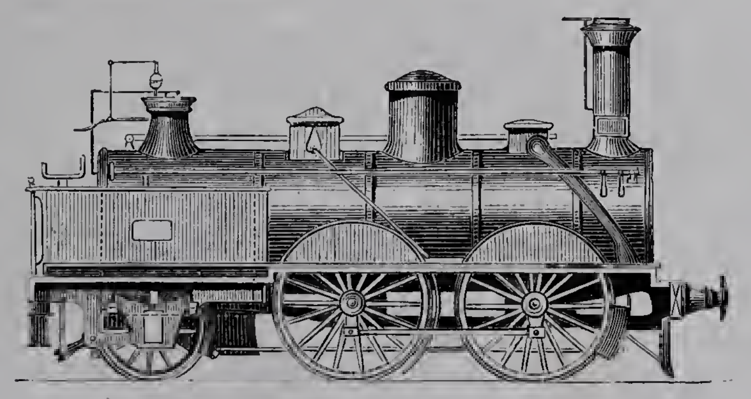


Fig. 6.

12. *Forquenot.* — Fig. 13 et colonne 8me du tableau D. — Construite en 1864 sous le numéro 203 aux ateliers du chemin de fer d'Orléans, à Ivry-Paris, sur les plans de M. Forquenot et sous la direction de M. Thétard, chef des ateliers, pour le service d'Agen à Toulouse, où 12 voitures sont traînées à grande vitesse sur rampes de 10 à 16 millimètres avec rampes de 300 à 500 mètres, en consommant 6 kilogrammes au plus de houille par kilomètre. 24 locomotives semblables sont en service ou en construction. La machine exposée arrive à l'Exposition ayant fait 100,000 kilom. de parcours en 18 mois continus sans réparation

d'atelier. Elle a les mouvements extérieurs du système Engerth, un fumivore Tembrinck, des roues étampées du système Arbel, le relevage des coulisses de distribution se fait par un mécanisme à vis débrayable à volonté pour les manœuvres à bras par le levier ordinaire. Les roues ont des bandages d'acier fondu, le frein est sur la machine. Les pièces du mouvement sont en acier et très-allégées; les tôles de la chaudière également en acier ont 8 millimètres d'épaisseur. La chaudière contient 2,000 litres de vapeur. La charge adhérente des roues couplées est ensemble 24.3 tonnes réparties égalcment avec balancier d'équilibre disposé comme il est indiqué sur la figure.

13. *Gouin-Ouest.* — Fig. 9 et colonne 9me du tableau final D. — Locomotive express du chemin de fer de l'Ouest, construite par Gouin sur les plans de la Compagnie, non exposée, mais à citer ici comme l'un des types les mieux réussis que nous ayons. Cylindres intérieurs, distribution et châssis extérieurs très-bien agencés. La chaudière contient 2,850 litres d'eau et 1,450 litres de vapeur y compris le contenu du dôme à l'avant du corps tubé. La charge sur les roues, avec ressorts tous indépendants, est la suivante en marche : avant 11 tonnes 10 ; milieu 11 tonnes 40 ; arrière 11 tonnes 55.

14. *Ouest.* — Colonne 1 du tableau E. — Locomotive tender transformée aux ateliers du chemin de fer de l'Ouest pour service de banlieue. Mouvement et châssis intérieurs; chaudière à foyer renflé avec dôme de vapeur à l'avant du foyer. Caisses longitudinales de part et d'autre du foyer. La même Compagnie possède une nombreuse série de locomotives à 4 ou à 6 roues couplées et mouvements extérieurs dont il faut recommander l'étude sur place. Voir spécialement celle qui fait le service de la rampe du Pecq.

15. *Grant*, à Paterson, état de New-Jersey (Amérique), 1867, numéro de construction, 471, fig. 3 et colonne 4 du tableau E. — Cette machine est le premier spécimen des constructions américaines venues en France, mais il paraît qu'en Allemagne et en Espagne ce système, si différent des nôtres, se rencontre quelquefois. La machine exposée est une locomotive mixte à puissante chaudière et grand foyer; les tôles ont, dit-on, 8 millimètres; elle a 4 grandes roues couplées et 4 petites roues libres groupées en avant-train mobile. Ces roues sont en fonte, mais avec bandages en acier Krupp. Le châssis est intérieur et n'a plus rien de commun avec nos longerons en tôle découpée ; il est composé de pièces rapportées à soudure, et rappelle les bâtis des anciennes locomotives du constructeur anglais Bury, à l'origine des chemins de fer. Tout le mécanisme moteur et distributeur est en dehors et analogue à celui des locomotives usuelles en Europe, sauf quelques formes insolites de pièces. La chaudière est alimentée par des pompes à grande course directe et non par des giffards. La charge sur les roues est distribuée ainsi qu'il suit : sur le truc d'avant, 7.8 tonnes, et 20 tonnes également sur les roues couplées, entres lesquelles il y a des balanciers d'équilibre. Le tender qui suit la machine est de très-grande dimension et porté sur 8 roues en fonte, groupées en 2 trains articulés, dit *bogie* ou *truck*. La richesse décorative dépasse tout ce que nous pourrions imaginer, les peintures, festons, sculptures et dorures abondent; le corps tubé a une enveloppe en maillechort poli ; la cheminée elle-même est polie. Un énorme phare est à l'avant de la machine, et une cloche d'avertissement est sur la chaudière. La sablière est en forme de dôme, semblable et symétrique au réservoir de vapeur, placé au-dessus du foyer. A l'avant de la machine est un *chasse-bœuf*, suivant l'usage du pays. Voir description détaillée dans *Engineering* de juillet 1867.

16. *Ateliers de Carlsruhe*, fig. 6 et colonne 5 du tableau E. — Cette locomotive, dont le dessin seul est au palais du Champ de Mars, doit être relatée ici

comme spécimen curieux de locomotive express, pour les lignes à profil très-accidenté de la Suisse. Leur particularité capitale est le support sur 8 roues, dont les 4 petites sont en avant-train mobile ou articulé. Tout le mouvement est en dehors, rappelant le type Engerth, les châssis sont extérieurs, selon la mode allemande, avec manivelles rapportées aux extrémités des essieux couplés. L'alimentation se fait par deux giffards. La soupape de sûreté d'avant est équilibrée par un poids, au lieu de la balance usuelle à ressort.

Parmi les autres dessins de la Compagnie de Carlsruhe, nous remarquons ceux de 3 autres bonnes machines mixtes : 1° Type : chaudière avec boîte à fumée renflée, et deux dômes aux extrémités opposés de la machine. Roues d'arrière accouplées avec les roues du milieu. Cylindres extérieur, mouvement distributeurs et châssis entre les roues. Cylindres, 457 millimètres; course, 610; roues, $1^{m}.292$; entre-axes, $3^{m}.19$; chauffe, $113^{mq}.44$, dont 7.60 pour le foyer; poids, 35 tonnes; 2° Type : ne différant du précédent que par un peu plus de légèreté, quoique avec plus de surface de chauffe par les tubes; 3° Type : chaudière du même type que la machine à marchandise décrite; tout le mécanisme et le châssis sont extérieurs à la mode allemande. Cylindres, 402 millimètres; course, 612; roues, $1^{m}.524$; entre-axes, $3^{m}.45$; chauffe, 105^{mq}., dont 5.78 dans le foyer; poids en marche, 28.90 tonnes.

17. *Neilson*, à Glascow. — Locomotive du Great-Northern, non exposée, mais à signaler à cause de ses particularités; elle a été récemment décrite, avec détail, dans l'*Engineering*, de Zerach-Colburn, et dans les *Annales du génie civil*, numéro de mars 1867, auquels nous renvoyons en relatant seulement : 1° la rigidité du châssis commun à la machine et au tender. Celui-ci n'ayant pour ainsi dire qu'une seule paire de roues commune avec la machine, et qui se déplace latéralement par un jeu de coussinet courbe, suivant le système Roy, bien connu en France; 2° à l'émission de la vapeur hors des cylindres, celle-ci peut être dirigée à volonté ou dans la caisse à eau du tender par un long tube, ou dans la cheminée, suivant l'ordinaire.

18. *Cudworth*, figure 11 et colonne 6 du tableau E. — Locomotive tender, pour le service des voyageurs de Charing-Cross à Greenwich (Londres), étudiée par M. Cudworth, ingénieur en chef du South-Eastern railway, et exécutée au *Canada Works*, à Birkenhead. Cette machine n'a pas été exposée, mais elle se recommande par ses particularités. A vrai dire, c'est une machine réellement distincte du tender qui suit, mais ayant ensemble un seul et même châssis double et rigide, sous lequel est un arrière-train articulé portant la caisse à eau. Les mouvements sont intérieurs et du type ordinaire anglais avec glissières latérales. La suspension sur 4 ressorts en tout, avec l'intermédiaire de 2 paires de balanciers compensateurs doit être également remarquée. Les roues sont entre 2 longerons, également découpés dans des tables laminées. Les roues couplées de la locomotive proprement dite ont des boîtes à graisse extérieures et intérieures; les roues du train articulé n'ont que des boîtes à graisse extérieures. Suivent quelques dimensions complémentaires du tableau : distance de l'axe des roues motrices au foyer, $0^{m},43$, tourillon des essieux couplées : à l'extérieur, long., 0.152; sur diamètre, 0.149; à l'intérieur, long., 158 millimètres, sur 139 de diamètre. Diamètre d'essieu coudé au corps, 152 millimètres ; au callage, 178 millimètres.

19. *Graffenstaden*, figure ci-après et colonne 2 du tableau E. — Locomotive à voyageurs du chemin de fer Badois, à profil accidenté, construite aux ateliers de Graffenstaden, sur les plans de la Compagnie, — spécimen des locomotives à 4 roues qui existent en Allemagne, — cylindres extérieurs, distribution entre les roues, — châssis extérieur à la mode allemande, ayant cette particularité

que les longerons sont découpés dans des tables laminées, munies de nervures extrêmes, comme un large fer en I; une guérite élégante abrite le mécanicien sur la plate-forme.

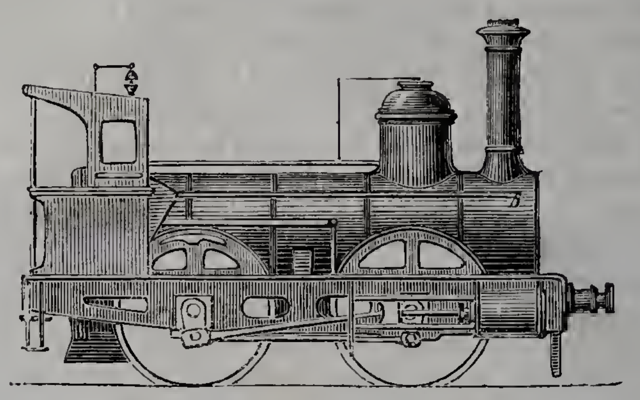


Fig. 7.

Cette machine, une des plus jolies de l'Exposition, y est accompagnée d'un tender simple et de bonne forme, dont le châssis a, de même que précédemment, des longerons en I : suivent les dimensions complémentaires du tableau : volume d'eau dans la chaudière, 3^{mc}, tuyaux du giffard alimentaire; pour l'aspiration, 40 millimètres; pour le refoulement, 45 millimètres. Lumières d'admission 360/32; d'émission, 360/70; longueur de bielle motrice, $2^{m}.42$; bouton de manivelle, longueur, 96 millimètres; diamètre, 92 millimètres. Diamètre d'essieu, au milieu, 170; aux fusées, 226. Longueur de fusée, 150. Ressorts : longueur à l'entraxe des tiges, 880; 11 lames ayant 90/12. La charge étant également répartie sur les essieux, chacun porte 13 tonnes en marche.

20. Parmi les machines allemandes à 4 roues en service, nous citerons celle des ateliers de Carlsrhue, construite en 1863, et dont les dessins ont été communiqués à l'Exposition. C'est une machine tender, portant ses provisions de route dans des caisses latérales longeant la chaudière de part et d'autre. Celle-ci est du type dit Crampton, sans renflement de boîte à feu ou de boîte à fumée, avec dôme à l'avant du foyer. — Tout le mécanisme est extérieur, y compris la distribution, le tout est disposé à peu près comme dans les locomotives Crampton. Le châssis est simple et placé entre les roues. Suivent les dimensions principales : diamètre de cylindre, 280 millimètres; course, 460; diamètre des roues, 940; entraxe, $2^{m}.100$; surface de chauffe, $50^{m}.36$, dont 4,02 dans le foyer; poids en marche, $17^{t}.50$.

Une autre machine du même constructeur ne diffère de la précédente que par la position de la caisse à eau, qui est sous le corps tubé, et par les dimensions que voici : diamètre de cylindre, 280; course, 540; roues, $1^{m}.230$; entr'axe, 2.10; surface de chauffe, 46, dont, 4.43 pour le foyer; poids en marche, 20 tonnes.

21. *Kraus*, à Munich, fig. 4 et nº 3 du tableau E. — Ce nouveau constructeur nous envoie sa première locomotive tender à 4 roues, l'une des plus curieuses de l'Exposition; elle devra faire l'objet d'une description complète et détaillée, car elle est remplie de particularités spéciales, que nous nous bornerons à indiquer ici : 1º légèreté et réduction à l'extrême de toutes les parties, chaudière en tôle de 8 millimètres, pour 10 atmosphères de pression; 2º les longerons et leurs entretoises ne sont autres que les parois de la caisse à eau placée sous le corps tubé; les ressorts d'avant sont indépendants et non réglables; les roues d'arrière ont un ressort commun transversal; 3º les injecteurs giffards, les lubrificateurs, les bielles à section évidée, leur tête à frette extérieur, comme à

Orléans; la forme et l'attache des glissières, les soupapes de sûreté, le régulateur placé dans la boîte à fumée, avec tringle de manœuvre sur le côté, sont également spéciaux; 4° le foyer est ondulé pour se prêter aux dilatations. Les mouvements sont extérieurs et du type Crampton, les coulisses sont du système Allen, et les roues en fer du système Arbel. On affirme que la machine remorque largement 160 tonnes à la vitesse de 40 kilomètres en rampe de 20 millimètres.

22. *Sharp*, à Manchester. — Cette célèbre maison a exposé les nombreuses photographies de locomotives mixtes de toutes formes que nous relatons seulement pour mémoire, les publications techniques anglaises les ayant fait connaître avec détails.

23. *Creusot*. — Locomotives express des chemins russes, à 8 roues, dont 4 couplées, représentées planche XXII en élévation extérieure. Double châssis; les longerons intérieurs embrassent les deux essieux couplés, les longerons extérieurs portent sur les roues libres extrêmes : suit le tableau des principales dimensions :

Foyer. Longueur moyenne.	2.00
— Largeur Id.	1.06
— Hauteur Id.	1.34
Tubes. Nombre.	180
— Diamètre intérieur.	46 millimètres.
— Longueur entre plaques	4m.35
Chauffe. Du foyer.	10mq.14
— Des tubes.	113.28
— Totale.	123.32
Capacité de la chaudière. Eau.	3635 litres.
— Vapeur.	1985 litres.
Diamètre moyen du corps tubé.	1m.30
Cheminée. Longueur.	2.45
— Diamètre.	0.44
Section des tuyaux de prise de vapeur.	0mq.095
— d'échappement.	0.200
Cylindre. Diamètre.	0.33
— Course.	0.60
Bielle motrice. Longueur.	1.65
— Section petite tête, 48 sur.	78 millimètres.
— — grosse tête, 48 sur	96 —
Bielle d'accouplement. Longueur.	2.28
Sections aux extrémités, 48 sur	78
— au milieu. . . . 46 sur	100
Angle de calage des excentriques.	30°
Avance à l'introduction de 1 et demi à.	7 millimètres.
Recouvrement intérieur.	3 —
— extérieur.	31 —
Introduction en centièmes de course, de 0.09 à. .	0.77
Rayon d'excentricité.	0m.065
Course des tiroirs.	0.130
Lumière d'admission.	5 × 330
— d'émission.	86 × 330
Longueur des barres d'excentriques.	1m.50
Largeur des poulies.	0.07
Rayon de la coulisse.	1.58
Longueur des longerons.	8m.78
Écartement des longerons intérieurs.	1 .31
— extérieurs.	2 .46

Épaisseur des longerons intérieurs	24	
— extérieurs	20	
Hauteur de l'attelage	1	.02
— la plate-forme	1	.25
Entraxe des tampons	1	.78
Roues couplées. Diamètre	2	.10
— Entraxe	2	.20
— Libres	1	.30
Entr'axe total des roues	5	.80
Essieux moteurs, en fer.		
— Diamètre aux fusées	0	.18
— — au calage	0	.21
— Longueur de fusée	0	.26
Essieux libres, en fer		
— Diamètre aux fusées	0	.15
— — au calage	0	.21
— Longueur de fusée	0	.27
Poids de la machine vide	35	.50
— en marche, roues avant 10.05	30.77	
— — 1res en millim. 11.12		
— — 2e en millim. 10.08		
— — Arrières.... 7.52		

24. On construit en ce moment en Angleterre des locomotives pour le Métropolitan railway, qui paraissent se rapprocher du type Cudworth, ayant, comme dans celui-ci, 4 roues couplées de grand diamètre en avant et des roues d'arrière ayant la faculté de se déplacer latéralement dans les courbes; elles ont un très-grand foyer, peu de tubes, un fumivore en arche de brique sur moitié de la longueur du foyer. Les cylindres ont 0m.457 de diamètre, sur 0.60 de course. Les roues couplées auront 2m.13, et les roues porteuses 1.22

VII

Locomotives à roues libres. (Planche XXII et tableau G ci-après.)

D'après certains ingénieurs, les locomotives pourvues d'une seule paire de roues motrices, et ne pouvant guère dépasser une puissance adhérente de 2,000 kil., seraient condamnées à disparaître tôt ou tard du courant du service, en raison de l'accroissement continu du poids des trains. Le fait paraît acquis, sauf pour les trains à grande vitesse, auxquels il sera toujours dangereux de faire dépasser le poids de 100 tonnes. Avec cette charge, le train est déjà presque ingouvernable, si la vitesse est de 80 kilomètres à l'heure et si l'arrêt subit est nécessaire à la vue d'un obstacle. L'accouplement des roues de grand diamètre a d'ailleurs, on le sait, des difficultés pratiques de divers ordres, et nous croyons que la locomotive express, proprement dite, restera probablement encore pourvue seulement d'une paire de roues motrices, avec réunion spéciale des conditions pour obtenir le maximum de stabilité. A ce titre, l'Exposition nous offre trois locomotives express, qui ont droit à notre intérêt parce qu'elles sont l'expression des tendances anglaises, lesquelles continuent à ne pas varier à cet égard, comme si elles obéissaient à un programme ayant *force de loi*. La Crampton, si estimée en France, continue à

être bannie d'Angleterre, où l'on est bien intimement convaincu qu'elle est incapable de travailler pratiquement.

En Allemagne, il existe plusieurs Crampton, mais à châssis simple et extérieur, construites notamment à Carlsruhe, en 1863, à peu près sur le modèle de celle qui figura à l'Exposition de Paris, en 1855. Suivent les dimensions principales : diamètre des roues motrices, 2m.13; cylindres, 405 millimètres; course, 558; entr'axe des roues, 3m.75; surface de chauffe, 38 mètres carrés, dont 6 mètres carrés dans le foyer; poids en marche, 26t.75.

Arrivons aux 3 locomotives express à roues libres, exposées par Stephenson, la Compagnie Lilleshall et le Creusot.

1° *Stephenson*, à New-Castle, numéro de construction 2,002, fig. 1 et colonne 1 du tableau G ci-après. — Les dispositions et dimensions respectives sont celles des locomotives qui se construisaient il y a quinze ans, et l'on pourrait croire qu'on a devant les yeux une vieille machine arrivant victorieuse avec les preuves d'un long service, comme la Crampton de la Compagnie française du Nord, à l'Exposition de 1848, si les longerons et la chaudière ne révélaient une construction toute récente : le mécanisme est intérieur et du pur type anglais, avec glissières doubles latérales, le tout bien dégagé. Les longerons sont doubles : l'un extérieur, l'autre entre les roues, les entretoises étant multipliées partout où il a été possible; l'un et l'autre longeron sont découpés dans des tables de tôle, suivant la méthode actuelle; le longeron extérieur n'est plus formé de deux plaques de tôle, avec semelle de bois intermédiaire, comme ce fut si longtemps la mode anglaise de toute une école. Les roues motrices ont, de chaque côté, double boîte à graisse en bronze et double ressor de suspension; tous les ressorts sont à écrous réglables à volonté.

La chaudière a son corps tubé fait de 3 cylindres réunis avec plate-bandes extérieures, et laminés circulairement à la façon des bandages de roues de chemin de fer, dits *sans soudure*. Évitant la rivure longitudinale, on simplifie la fabrication dès que le laminoir est créé. Ce système est mis en pratique aux forges de Lowmoore; il existe un spécimen à la classe de la métallurgie, dans l'exhibition de cette célèbre maison. Toute la rivure de la locomotive Stephenson est d'ailleurs à double rang, avec tête boutrollée hémisphérique. La locomotive de Stephenson, qui est à l'Exposition, est destinée au chemin de fer d'Égypte : il n'y a pas de giffard, mais des pompes alimentaires à grande course directe, suivant l'ancien système. Le relevage des coulisses de distribution se fait par un mécanisme à vis et débrayable, d'un type spécial qui sera décrit plus tard. La chaudière contient 2530 litres d'eau et 1440 de vapeur, y compris le contenu du dôme.

2° *Compagnie de Lilleshall* (Shropshire, en Angleterre), fig. 2 et colonne 2 du tableau G ci-après. — Ces ateliers, dont lord Granville est, dit-on, le commanditaire, et qui n'avaient eu jusqu'ici que la spécialité des grosses machines de forge, nous ont envoyé une jolie locomotive destinée aux Indes, et qui est encore l'expression du pur type anglais. Les mouvements sont intérieurs, avec doubles glissières latérales pour les crosses de pistons, mais avec une légère inclinaison des cylindres de bas en haut. Double châssis; les longerons intérieurs portent les boîtes à graisse de l'essieu moteur; les longerons extérieurs retiennent les roues libres extrêmes, ainsi que l'indique la figure. Les ressorts sont tous indépendants, ceux des roues motrices ont seuls des écrous de serrage à volonté. Les essieux et bandages de roues sont en acier. La coulisse de distribution appartient au type à forme droite, dite d'Allen (voir le tableau des résultats dans *Engineering* de 1867.) Dans le foyer, il y a pour la fumivorité une demi voûte de brique et un déflecteur d'air. La chaudière

est garnie de lubrificateurs selfacting et de soupapes de sûreté, du système Ramsbottom; on s'est inspiré des formes usuelles de cet ingénieur dans le type général de la machine. Une guérite complète en tôle abrite le mécanicien sur sa plate-forme.

3° *Creusot*, fig. 3 et n° 3 du tableau ci-après. — Locomotive express du Great-Eastern railway, construite en France sur les plans de M. Sinclair. Châssis double, longerons découpés; le longeron extérieur porte les petites roues extrêmes, le longeron intérieur embrasse les roues motrices. Les cylindres sont en dehors des roues et fixés entre les deux longerons avec inclinaison de 1/17. Le tender accompagnant cette machine est porté sur six roues; il contient 8 tonnes 1/2 d'eau, 2 tonnes 1/2 de combustible et il pèse en marche 24 tonnes. Les publications techniques d'Angleterre ont rendu complet hommage à l'excellente construction et au très-bon service de ces machines françaises introduites pour la première fois dans la Grande-Bretagne, et qui sont en concours avec celles des meilleures maisons de Manchester et de Leeds.

4° Outre les trois locomotives à roues libres qui précèdent, l'Exposition offre quelques photographies de machines analogues, notamment une d'Hartmann dans la section allemande, et deux autres de Sharp dans la section anglaise : l'une presque exactement conforme à la machine exposée de Stephenson; l'autre, machine tender, où les mouvements et châssis sont entre les roues, la caisse à eau étant placée excentriquement sur le corps tubé.

Suit le tableau comparatif des trois locomotives exposées.

TABLEAU G COMPARATIF DES LOCOMOTIVES A ROUES LIBRES.

	1 STEPHENSON.	2 LILLESHALL.	3 CREUSOT.
Timbre de la chaudière en atmosphères..	13	8.5	10.5
Diamètre du corps tubé en mètres......	1.22	1.22	»
Tubes. Nombre........................	161	186	190
— Diamètre extérieur en millimètres.	50	»	47
— Longueur en mètres..............	3.62	3.40	3.66
Foyer. Longueur moyenne..............	1.10	1.60	»
— Largeur id.	»	»	»
— Hauteur Id.	1.50	»	»
Surface de grille en mètres carrés.......	1.28	1.63	1.45
Surface de chauffe du foyer Id.	7.63	9.10	7.04
— des tubes Id.	89.00	91.00	101.60
— totale Id.	96.63	100.10	108.64
Cylindre. Position....................	intérieur.	intérieur.	extérieur.
— Diamètre en millimètres.......	406	406	400
— Cours en millimètres..........	558	531	610
— entr'axe en mètres...........	0.761	»	1.87
Roues. Motrices Id.	1.97	2.13	2.16
— d'avant Id.	1.14	1.40	1.09
— d'arrière Id.	1.14	1.40	1.09
Entr'axe des roues Id.	4.77	4.95	4.57
Poids à vide en tonnes...............	27	27	»
Poids en marche id................	30	31.6	29.5
Répartition sur roues motrices..........	13.5	12.6	11.4
— d'avant...........	9.5	10.6	9.6
— d'arrière..........	7	8.5	8.5
Cheminée. Hauteur en mètres...........	»	»	1.22
— Diamètre..................	»	»	0.38 0.46
Hauteur de l'axe de la chaudière........	2.02	»	1.97

VIII

Petites locomotives dites de mines, de gares ou de chantiers.

(Planche XXII et tableau final E.)

Ces machines sont depuis longtemps conseillées comme aptes à rendre dans une multitude d'industries, autant de services que les machines à vapeur dites locomobiles qui meuvent aujourd'hui sur place des engins de toutes sortes, même dans la campagne. Un jour viendra, comme cela a déjà été entrevu, il y a quelques années, où la locomotive et la locomobile, confondant leurs propriétés respectives, deviendront le *factotum* des ports, chantiers et ateliers.

En ce moment, les locomotives dont nous nous occupons n'en sont encore qu'à remorquer des trains sur des voies ferrées dont l'écartement de rails est souvent moindre que la jauge habituelle de $1^{m}50$. Elles sont du moins caractérisées par un ensemble de conditions spéciales que j'ai précisées dans mon ouvrage sur les machines à vapeur, et dont voici les principales :

1° Réduction à l'extrême limite, de l'entr'axe des essieux extrêmes afin de passer dans les plus petites courbes. Souvent il n'y a que deux essieux distants de 2 mètres et moins.

2° Égale répartition de la charge sur les roues, et vitesse de l'homme au pas pour l'ordinaire du service, avec faculté de prendre l'allure du cheval au trot.

3° Réunion de toutes mesures contre l'incendie afin de permettre à la machine d'arriver jusqu'au centre de l'établissement.

4° Grande facilité de conduite, obéissance instantanée aux manœuvres de mise en marche et d'arrêt, sans brutalité. Visite, inspection, entretien faciles en service et à toute place.

5° Renouvellement facile des provisions, notamment de l'eau nécessaire à la chaudière, sans installation spéciale.

6° Absence d'organes compliqués, mais choix de pièces qu'on puisse remplacer partout sans avoir besoin de renvoyer la machine aux ateliers de construction.

Il est un caractère des locomotives dont nous parlons et contre lequel nous protesterons : c'est le bas prix extrême de leur construction obtenu non-seulement, ce qui est rationnel, par la simplicité des ajustements et des formes, mais grâce à l'économie sur la main-d'œuvre et sur le choix des matériaux. On arrive ainsi à produire un mauvais outil dispendieux en service et dépensant en réparation plus que les frais d'acquisition d'un appareil égal à ceux du courant des chemins de fer, où la perfection du travail est toujours regardée comme essentielle.

Quant aux autres conditions qui précèdent, bien qu'elles ne soient pas toujours suffisamment remplies, les expositions nous ont offert des locomotives de gares et de chantiers très-intéressantes. Toutes les compagnies de chemins de fer en possèdent des types variés. Au palais du Champ de Mars nous en trouvons sept qu'il suffira de relater brièvement quand elles n'ont pas de particularités spéciales.

1° *Boigues*, à Commentry.— Fig. 8 et colonne 11me du tableau E. — Spécimen de locomotive pour voie d'intérêt local, construite à l'atelier de la Compagnie de Commentry pour le service de ses mines, où 40 wagons sont remorqués à la vitesse de 10 kilomètres sur rampes de 5 millimètres avec courbes de 40 mètres. La première a été construite en 1854. Celle qui est exposée est la

onzième ; elle a déjà effectué, dit-on, un assez long service sans réparation. Mouvements extérieurs du type Crampton, mais incliné et avec coulisse spéciale par son mode de suspension. Deux caisses à eau A et B placées aux extrémités. Sous le dôme de la chaudière est le régulateur qui est équilibré et dans le genre des soupapes des pompes d'épuisement dites de Cornwal. La chaudière contient 1,380 litres d'eau et 641 litres de vapeur. La répartition du poids sur les roues est de 6,800 kilogrammes à l'arrière et 6,440 sur les autres roues. Celles du milieu sont dépourvues de boudin. Les ressorts sont indépendants et placés en-dessous.

2° *Atelier de Couillet*, près Charleroy.— Fig. 5 et colonne 10me du tableau E. — Locomotive de gare et de mine, très-curieuse pour toutes ses particularités ; elle devra faire l'objet d'une description complète et détaillée. — Elle est à quatre roues couplées, plus un faux essieu moteur ayant un palier de support au centre, outre les deux extrêmes s'appuyant sur les longerons. Ceux-ci sont extérieurs ; les mouvements sont intérieurs avec boîtes à tiroirs en dehors sur les côtés, et distribution à un seul excentrique, l'autre extrémité de la coulisse prenant son point d'appui par des tringles et bielles sur la crosse de piston selon le système Walschaert. Foyer Belpaire ; caisses à eau latérales élevées au-dessus de la plateforme de manière à démasquer le mécanisme ; frein à pression sur la voie.

3° *Carels*, à Gand. — Fig. 4 et colonne 9me du tableau E. — Très-curieuse machine de gare à six roues pour le chemin de fer de l'État belge, construite sur les plans de M. Belpaire, ingénieur en chef du chemin de fer. Mouvements intérieurs dans le genre anglais ; détente variable dite belge ; châssis extérieur et simple où les plaques de garde sont rapportées comme dans l'ancien système ; foyer carré de M. Belpaire, consommant, dit-on, 600 kilogrammes de houille menue par journée de 10 heures. Ressorts indépendants ; essieux et bandages en acier Krupp ; pistons en acier trempé dans l'huile ; joints où des baguettes de cuivre rouge dans les rainures remplacent le mastic ; frein spécial à pression sur la voie entre les roues d'arrière et du milieu. Caisses à eau longitudinales de part et d'autre du corps tubé et installées de manière à dégager le bas. Le poids en marche est réparti comme il suit : avant 8 tonnes 56 ; milieu 9 tonnes 46 ; arrière 8 tonnes 56.

4° *Ruston-Proctor*, à Lincoln. — Fig. 9.— Très-petite locomotive d'entrepreneur, à cylindres extérieurs très-inclinés, distribution intérieure ; à quatre roues couplées, bien dégagée, bien construite. Caisse à eau à l'avant. Caisse à houille à l'arrière, dans les rampes. Suivent les seules dimensions que nous ayons pu recueillir : 64 tubes de 50 millimètres dans un corps tubé de 0^m86. Cylindres de 220 millimètres sur 400 millimètres de course. Diamètre des roues 0^m82. Poids vide 9 tonnes et en marche 11 tonnes.

5° *Hughes et Comp.*, à Loughborough.— Fig. 11 et colonne 7me du tableau E. — Petite locomotive tender à quatre roues, type de la machine de mine, construction très-rustique et à très-bas prix, quoique dans des conditions de service qu'on dit satisfaisantes. Les roues sont des disques pleins en fonte, les cylindres sont extérieurs, les châssis et la distribution sont entre les roues. Les cylindres sont munis de lubrificateurs self acting.

6° *Walker et Comp.*, (Atlas iron works), à Bristol. — Expose dans la galerie d'agriculture le dessin d'une locomotive de chantier d'assez forte dimension, où les cylindres sont extérieurs, les longerons et la distribution entre les roues.

7° *Creusot*. — Fig. 7 et colonne 8me du tableau E. — Charmante locomotive à quatre roues, vrai bijou d'exécution, le plus petit modèle qu'on ait peut-être exécuté, appropriée à un petit service de mine ou docks à voie de 74 centimètres,

peut passer dans des courbes de 15 mètres et franchir des rampes de 6 à 7 millimètres. Elle a quatre roues couplées, des mouvements entièrement extérieurs, longerons intérieurs découpés, caisses à eau longitudinales des deux côtés du corps tubé. La chaudière contient 730 litres d'eau et 270 litres de vapeur y compris le contenu du dôme à l'avant. La longueur totale est de 4m.60.

Ce type, qui a été construit déjà plusieurs fois, porte à l'Exposition le numéro de construction général 1078.

8° *Anjubault*, à Paris. — Fig. 10. — Ce constructeur, qui a exposé, en 1855, la locomotive à quatre cylindres du système Arnoux à train articulé et à galets, a la spécialité des locomotives dites d'entrepreneur, dont il a plusieurs types ne différant guère que par les dimensions. Ses huit dessins exposés représentent des locomotives à quatre et six roues depuis 6 jusqu'à 24 tonnes. Dans toutes les séries, le châssis est intérieur et les mouvements sont entièrement extérieurs, comme dans le numéro précédent. La chaudière appartient au type Crampton avec dôme au-dessus du foyer. Les caisses à eau et à combustible sont latérales.

9° *Petau*, à Paris. — Fig. 13 et colonne 12me du tableau final E. — Ce constructeur, qui a aussi la spécialité des petites locomotives terrassières, a exposé divers dessins de locomotives-tenders à quatre roues; chaudière de forme Crampton avec dôme à l'avant, caisses à eau latérales. Châssis et mouvements extérieurs. La chaudière contient 1,400 litres d'eau et 900 de vapeur.

10° *Voruz-Forquenot.*— Fig. 6, planche XXII.— Petite locomotive de la ligne départementale de Vitré à Fougères, exposée seulement en dessin, construite par Voruz, à Nantes, d'après les études de M. Forquenot, pour remorquer sur ligne, rampes de 15 millimètres, des charges de 80 tonnes, à la vitesse de 35 kilomètres. — Locomotive-tender à 4 roues couplées, ayant un faux essieu intermédiaire actionné par un mouvement à cylindres extérieurs du type Forquenot sur la ligne d'Orléans. Les manivelles sont équilibrées par des contre-manivelles, comme dans les machines marines. Le châssis est intérieur ; les caisses à eau et à combustible s'allongent latéralement de part et d'autre de la boîte à feu. Suivent les principales dimensions : cylindres, 300 millimètres; course, 560 ; roues, 1m.28, ayant 3 mètres d'entr'axes; pression, 9 atmosphères; 138 tubes longs de 2m.52 sur 48 millimètres de diamètre, dans un corps tubé dont les tôles ont 7,5 millimètres; chauffe, 54mq.65, dont 5mq.82 dans le foyer. Les caisses contiennent 2000 litres pour l'eau et 850 pour le combustible. La machine vide pèse 14 tonnes et en marche 17.

Nous avons achevé notre description des locomotives de l'Exposition considérées dans leur ensemble, car aucune des locomotives exceptionnelles auxquelles nous devrons consacrer un article spécial n'est arrivée, pas même celle de Fell pour le Mont-Cenis, dont nous n'avons pas pu voir les plans. Nous allons terminer cet article par quatre tableaux comparatifs des locomotives qui viennent d'être relatées, et dans des articles ultérieurs nos collaborateurs et nous-même étudierons ces mêmes machines comparativement pièce à pièce.

Jules Gaudry.

Tableau C. — Comparatif des locomotives à marchandises à huit et à six roues fixes couplées.

DÉSIGNATION.	1 MIDI. Cail. 8 roues.	2 ORLÉANS. Cail. 8 roues.	3 NORD. Fives. 8 roues.	4 SIGL. 8 roues.	5 EST. Graffenstaden 8 roues.	6 KITSON. 8 roues.	7 S.-LÉONARD 8 roues.	8 ATELIERS du Midi. 6 roues.	9 CARLSRUHE 6 roues.	10 ÉVRARD. 6 roues.	11 CREUSOT. 6 roues.
Timbre de la chaudière en kilogrammes	9	8	8	9	»	10	8	9	9	9	9
Diamètre du corps tubé en mètres	1.50	1.50	1.50	1.52	1.50	»	1.40	1.36	1.38	1.32	1.28
Tubes. Nombre	249	251	249	220	217	160	296	223	203	200	181
— Diamètre extérieur en millimètres	50	48	50	50	50	50	45	48	50	50	50
— Longueur en mètres	5.20	5.16	4.11	4.72	5.28	4.05	3.50	4.46	4.25	3.66	4.25
Foyer. Longueur moyenne en mètres	1.90	1.50	{2.14 / 2.21}	1.63	1.45	2.10	2.00	1.45	1.30	1.80	1.28
— Largeur id.	1.00	0.97	1.08	1.10	1.33	»		1.08	1.06	1.10	1.00
— Hauteur sous-ciel en mètres	1.50	1.60	1.15	1.56	1.65	»	1.10	1.52		»	1.58
Chauffe du foyer en mètres carrés	10.80	10.64	9.16	9.68	9.37	9.24	7.90	8.36	7.60	9.17	8.00
— des tubes id.	183.04	196.20	153.84	166.00	192.75	102.54	146.00	137.25	120.60	115.00	112.00
— totale id.	193.84	206.84	163.50	175.68	222.12	111.78	153.90	145.61	128.20	124.17	120.00
Grille. Surface	1.90	1.50	2.20	1.81	1.89	1.85		1.46	1.37	1.98	1.28
Longueur de chaudière en mètres	»	»	7.25	7.55	7.90	7.00	6.56	7.00	»	6.20	»
Hauteur du centre de chaudière	»	2.00	2.05	»	1.97	1.90	2.08	1.98	»	»	1.84
Cheminée. Forme	ord.	ord.	ord.	pavill.	ord.	évasée	évasée.	ord.	ord.	évasée	ord.
— Diamètre en centimètres	50	45	50	{52 / 63}	44	{33 / 50}	{40 / 50}	42	40	{35 / 45}	38
— Longueur en mètres		1.50	1.80	2.00	1.97	1.35	1.30	1.50	1.70	1.30	1.70
Cylindres. Position	{horiz. / ext.}	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	inclin. int.	horiz. ext.
— Diamètre en millimètres	500	500	500	520	500	457	460	450	457	450	440
— Course id.	650	650	650	630	660	600	600	650	635	650	600
— Entr'axes en mètres	»	2.10			2.04		2.22	1.88	»	»	
Roues. Diamètre en mètres	1.30	1.28	1.30	1.22	1.22	1.22	1.22	1.60	1.212	1.45	1.20
— Entr'axes	4.14	4.08	4.25	3.85	3.93	4.65	3.99	3.60	3.45	4.10	3.50
Poids vides en tonne	39	38.19	39	43.5	38.96	39	»	30.5	3.06	31.5	
— en marche	43.50	42.18	44	49	46.17	50	»	34.70	35.06	35.5	38.50
Longueur des machines en mètres	»	9.22	8.41	9.33	9.36	10.00	8.00	»	8.57	8.15	9.04
Tender. Roues. Nombre	6	4	4	6	4			»	»	»	
Tender. — Diamètre en mètres	»	1.12	1.06	1.02	1.20			»	»	»	
Tender. — Entr'axes	»	2.60	2.50	3.16	2.50			»	»	»	
Tender. Contenance des caisses d'eau en litres	»	7000	8000	10.50	6000	6810	4800	»	»	»	4400
Tender. — de combustible	»	4000	2500	4000	5000	»	2500		»	»	1000

Tableau D. — Comparatif des locomotives ordinaires à voyageurs à six roues fixes dont quatre couplées.

DÉSIGNATION.	1 CREUSOT. Sinclair. g. v.	2 KITSON.	3 BORSIG.	4 HARTMAN g. v.	5 SIGL.	6 CAIL. g. v.	7 LYON. g. v.	8 FORQUENOT g. v.	9 MAYER. Ouest. g. v.	10 SERAING. g. v.	11 URBAN. g. v.	12 KESSLER.
Pression en atmosphères	10.5	»	9	9	9	8	7.5	9	9.5	9	9	9
Diamètre du corps tubé en mètres	1.22	1.22	1.32	1.26	1.26	1.30	1.23	1.24	»	1.27	1.09-1.25	1.22
Tubes. Nombre	192	140	194	193	150	164	158	179	156	208	223	168
— Diamètre extérieur en millim.	47.5	50	46	40	50	50	50	48	50	45	45	47
— Longueur en mètres	3.57	2.27	3.45	3.16	4.30	3.80	4.00	5.00	4.00	3.06	3.30	3.35
Foyer. Longueur en mètres	»	1.30	1.72	1.37	1.10	1.59	1.24	1.50	1.18	2.68	1.72	1.30
— Largeur moyenne en mètres	»	1.08	0.99	0.99	1.08	1.02	1.02	1.01	1.05	1.08	1.28	1.30
— Hauteur, id. id.	»	»	0.72 / 1.37	1.58	1.38	1.30	1.30	»	1.45	1.25	1.30	1.30
Chauffe du foyer en mètres carrés	6.50	7.54	6.77	8.50	7.50	7.65	7.40	8.13	7.37	10.50	8,20	9.40
— des tubes id.	98.50	81.68	86.29	76.60	101.5	94.80	91.20	128.8»	98.0	80.00	104.30	79.0
— totale id.	105.0	89.22	93.06	85.10	109.0	102.4	98.60	137.00	105.4	90.50	112.50	88.4
Surface de grille id.	»	1.33	1.71	1.38	1.31	1.67	1.26	1.39	1.24	2.90	1.75	1.68
Longueur de chaudière en mètres	»	5.30	5.80	5.30	6.64	5.25	»	»	6.30	»	»	»
Hauteur du centre id.	1.82	1.88	»	»	»	2.10	2.07	»	1.92	2.18	1.95	»
Cheminée. Longueur id.	2.00	»	1.67	»	»	1.80	»	2.10	1.70	»	»	»
— Diamètre en centimètres	38 / 46	35 / »	37	38 / »	»	40	42	41	42	»	»	39
Cylindre. Position	horiz. ext.	horiz. int.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	incl. int.	incl. int.	horiz. ext.	horiz. int.	horiz. int.	horiz. ext.	incl. ext.
— Diamètre en millimètres	430	406	405	407	406	420	420	430	420	430	440	406
— Course id.	610	558	560	560	632	560	560	650	560	560	600	559
— Entr'axes en mètres	1.90	0.73	»	»	»	»	»	1.90	0.98	»	»	»
Roues d'avant en mètres	1.10	1.22	1.08	1.03	1.27	1.80	1.80	1.24	1.08	1.20	1.20	1.09
— milieu id.	1.83	1.68	1.52	1.83	1.57	1.80	1.80	2.03	1.90	2.00	2.10	1.70
— arrière id.	1.83	1.68	1.52	1.83	1.57	1.22	1.10	2.03	1.90	2.00	2,10	1.70
Entr'axes de roues en mètres	4.60	4.60	4.08	4.39	3.37	4.40	4.60	4.00	4.00	4.63	4.93	4.52
Poids de la machine vide en tonnes	»	25.60	31.00	30.40	29.50	29.0	»	29.8	27.04	»	31.00	29.60
— — en marche en tonnes	31.70	28.00	35.25	33.70	33.00	32.0	28.6	34.0	30.0	33.00	34.00	32.40
Tender. Roues. Nombre	6	»	6	»	»	4	4	4	4	4	».	6
Tender. — Diamètre en mètres	1.10	»	1.10	»	»	1.22	»	1.13		»	»	1.14
Tender. Entr'axes id.	3.46	»	3.50	»	»	3.00	»	2.50		»	»	3.62
Tender. Contenance d'eau en litres	8000	»	8930	»	»	7000	»	6000	6300	»	»	6350
Tender. — Combustibles en litres	2600	»	4500	»	»	4000	»	2000	3000	»	»	2000
Tender. Poids : vide en tonnes	»	»	»	«	»	9.90	»	9.31		»	»	11.25
Tender. — en marche	23	»	»	»	»	18.50	»	»		»	»	19.66

Tableau E. — Comparatif de locomotives à quatre roues couplées de divers systèmes.

DÉSIGNATION.	1 OUEST. 6 roues.	2 GRAFFEN. Staden. 4 roues.	3 KRAUSS. 4 roues.	4 GRANT. 8 roues.	5 CARLSRUHE 8 roues.	6 CUDWORTH. 8 roues.	7 HUGHES. 4 roues.	8 CREUSOT. 4 roues.	9 CARRELS. 6 roues.	10 COUILLET 4 roues.	11 BOIGUES. 6 roues.	12 PETAU. 4 roues.
Pression en atmosphères	9	9	10	»	9	»		9	10	9	»	8
Diamètre du corps tubé en mètres	1.06	1.28	1.16	1.22	1.20	1.28	0.98	0.76	1.14	1.14	0.89	1.0
Tubes. Nombre	149	171	156	142	»	140	100	73	168	162	98	93
— Diamètre extérieur en millimètres	50	48	44	51	»	50	51	38	46	45	45	50
— Longueur en mètres	3.89	3.60	3.50	3.33	»	3.10		1.80	2.76	2.53	2.60	3.0
Foyer. Longueur en mètres	1.30	1.21	0.95	1.70	»	0.91	0.94	0.61	1.40	»	1.08	0.90
— Largeur moyenne en mètres	1.02	1.13	1.00	0.85	»	1.07	0.73	0.49	»	»	0 86	0 85
— Hauteur id	1.29	1.28	1.38	1.40	»	»	1.06	0.92	»	»	1.17	»
Chauffe du foyer en mètres carrés	6.00	5.82	4.07	7.05	6.10	6.62	»	2.18	6.02	5.70	4.85	4.50
— des tubes id	91.04	85 20	75.05	74.00	87.60	76.08	»	14.33	65.14	56 89	32.80	43.80
— totale id	97.04	91.02	80.02	81.00	93.70	83.70	»	16.51	71.23	62.59	36.85	48.30
Surface de grille en mètres carrés	1.04	1.16	0.95	1.44	»	»	»	0.30	»	»	0.63	0.83
Longueur de chaudière en mètres	4.93	5.60	»	»	»	4.80	»	3.00	4.85	»	»	»
Hauteur du centre id	1.80	1.64	»	»	»	1.95	»	1.15	»	»	»	»
Cheminée. Longueur id	1.90	1.95	»	1.70	»	1.10	»	0.90	»	»	»	»
— Diamètre en centimètres	34	43	{ 33 » }	40	»	38	»	0.20	{ 32 » }	»	32	»
Cylindres. Position	{ horiz. int.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. ext.	horiz. int.		horiz. ext.	incl. int.	incl. int.	incl. ext.	horiz. ext.
— Diamètre en millimètres	420	436	355	404	405	380	305	204	380	350	320	300
— Course id	560	610	560	558	558	500	508	306	460	460	400	500
— Entr'axes id	0.73	2.36	»	1.88	»	0.80	»	1.15	»	»	»	»
Roues d'avant en mètres	1.10	1.67	1.50	0.75	0.90	1.68	0.91	0.76	1.20	1.20	1.03	1.20
— du milieu id	1.65	1.67	1.50	1.70	1.67	1.68			1.20		1.03	
— d'arrière id	1.65			1.70	1.67	1.12	0.91	0.76	1.20	1.20	1.03	1.20
Entr'axes fixes id	3.44	2.60	2.45	2.39	1.92	2.20	1.75	1.25	3.10	2.75	3.05	2.40
— extrêmes id	3.44	2.60	2.45	6.80	4.50	6.23	1.75	1.25	3.10	2.75	3.05	2.40
Poids. A vide en tonnes	25.8	23	16.30	»	»	34	»	5.60	24.0	19.5	15.40	16
— En marche id	33.11	26	21.80	27.50	28.75	37	11.50	7.00	26.6	23.20	19.68	20
Tender. Roues. Nombre		4		8	»	»						
Tender. — Diamètre en mètres	»	1.07		0.75	»	»			»	»	»	
Tender. — Entr'axes id	»	2.70		4.40	»	»			»	»	»	
Tender. Contenance d'eau en litres	3800	5600			»	3871		700	»	2000	2400	2000
Tender. — combustible en litres	1000	2000			»	1000		160	»	1400	800	1800
Tender. Poids. A vide	»	8.60		9.00	»	»			»	»	»	
Tender. — En marche	»	15.0		18.00	»	»			»	»	»	

XXVI

DES DIVERS APPAREILS

SERVANT A ÉLEVER L'EAU

POUR ALIMENTATIONS, IRRIGATIONS ET ÉPUISEMENTS

PAR MM. **CHAUVEAU DES ROCHES** ET **BELIN**, ingénieurs civils.
anciens Élèves de l'École Centrale.

(Planches XXIII et XXIV.)

I

NOTICE HISTORIQUE.

L'homme, dans les temps antiques, établissait sa demeure non loin d'une source d'eau vive, de sorte qu'il lui suffisait d'un vase dans lequel il pût faire tenir sa provision pour le repas ou pour la journée. Quand les conditions de l'existence changèrent, il fallut inventer d'autres manières de se procurer l'eau nécessaire aux usages de la vie. On n'avait plus toujours une source dans son voisinage, à la surface du sol, on dut l'aller chercher au fond de puits plus ou moins profonds. Par la suite, les familles ayant formé des agglomérations, hameaux, bourgs ou villes, voulurent s'assurer une alimentation de mieux en mieux organisée; ce désir donna naissance à des engins plus perfectionnés.

De nos jours, non-seulement on veut avoir à sa disposition la quantité d'eau dont on peut avoir besoin pour la boisson et tous les travaux domestiques; mais encore, comme l'on construit continuellement d'importants ouvrages dont les fondations seraient très-difficiles et quelquefois impossibles si l'on ne pouvait se débarrasser des eaux qui font irruption dans les fouilles, il faut que l'on puisse, à l'aide d'engins spéciaux, enlever ces eaux pour les rejeter au dehors, au point où elles ne causeront plus aucune gêne. Enfin ces mêmes machines, ou d'autres analogues, nous sont devenues nécessaires pour irriguer une grande quantité de terrains dans lesquels, sans cela, notre agriculture serait improductive. Ces appareils, destinés à élever l'eau soit pour l'alimentation, soit pour les épuisements, soit pour les irrigations, forment un groupe très-important dont nous allons essayer d'esquisser l'histoire aussi brièvement que possible.

I. — L'une des premières machines dont il soit parlé à l'époque greco-romaine est la vis à laquelle on donne encore le nom de *vis d'Archimède* (troisième siècle avant J. C.). C'est une boîte cylindrique dans laquelle se meut une héliçoïde gauche montée sur un noyau plein. En inclinant l'appareil d'une manière convenable et donnant à l'arbre ou noyau un mouvement de giration dans la direction ascendante de l'hélice, mouvement dont la vitesse est réglée par l'expérience, l'eau dans laquelle on a plongé le pied de la machine est entraînée et se déverse à la partie supérieure,

L'usage de la vis d'Archimède est devenu très-restreint, excepté en Hollande où elle est encore employée sur une assez grande échelle avec des moteurs à vapeur. En France, on ne s'en sert plus que pour un petit nombre d'applications, et le mouvement lui est presque toujours imprimé à bras d'hommes.

Si l'on appelle α l'angle de l'axe de la machine avec l'horizontale, et β celui d'un élément de l'hélice projetée sur le cylindre avec la génératrice du cylindre lui-même, et soit $\alpha = \beta$, un corps quelconque placé dans le tube ne tendra ni à monter ni à descendre, à moins qu'on ne lui imprime un mouvement dans le sens de l'ascension de l'hélice par exemple : en ce cas il montera.

En pratique, il faut que $\beta = 60°$ et $\alpha = 40°$ environ, non pour que le volume d'eau soit un maximum, mais pour obtenir le maximum *de travail*, la hauteur variant avec α. D'ailleurs β diminue à mesure que l'on considère une hélice plus rapprochée du noyau.

L'eau, dit Péclet dans son *Traité élémentaire de physique*, s'élèvera toujours quand chaque spire aura une tangente horizontale, car alors le point de tangence sera le plus haut ou le plus bas, et le liquide devra se trouver, dans chaque pas, au-dessus de ce dernier. Cela posé, par le point de rencontre de l'axe de la vis et du niveau de l'eau, menons une ligne parallèle à une tangente en un point quelconque de l'hélice qui forme l'axe du canal rampant, et imaginons que cette ligne soit une des arêtes d'un cône droit concentrique à l'axe de la vis; les génératrices de ce cône représenteront les directions de tous les éléments de l'axe du canal; celles qui se trouvent à fleur d'eau seront les directions des éléments inférieurs et supérieurs de chaque spire, parce que ces éléments sont parallèles à l'horizon. On voit facilement, d'après cela, que la vis fonctionnera toutes les fois que le cône sera coupé par le plan du niveau de l'eau, et que l'eau ne s'élèvera point dans la vis quand le cône sera entièrement au-dessus de l'eau.

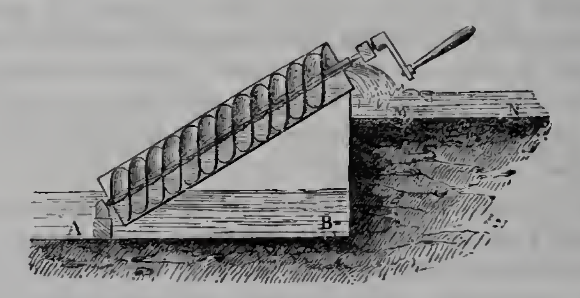


Fig. 1.

En France, le cylindre tourne avec la vis, son diamètre D varie de $0^m.33$ à $0^m.66$; celui du noyau, d'environ le tiers, de $0^m.10$ à $0^m.22$. La longueur est comprise entre 12 D et 18 D, par conséquent entre $6^m.00$ et $8^m.00$. Généralement on enroule trois hélices autour du même noyau.

En Hollande, l'enveloppe est séparée, on fait même simplement un coursier demi-circulaire, laissant à l'air libre la moitié supérieure de la vis; il y a des pertes provenant du jeu qu'il faut laisser, mais cela est compensé par une fatigue moins grande des tourillons.

Le nombre des tours N ne doit pas dépasser 40 par minute, car on a encore, en ce cas, pour la vitesse *par seconde*, pour

$$D = 0^m.60$$

$$V = \frac{\pi \times 0.60 \times 40}{60} = 1^m.26.$$

Le rendement de ces appareils n'est pas toujours le même; mais on peut admettre qu'il est de 50 à 60 pour 100; c'est là ce qui résulte d'observations nombreuses. En certains cas, leur application a présenté des avantages réels. Nous signalerons comme inconvénient la grande longueur d'où résulte souvent une flexion longitudinale de tout le système.

II. — Après la vis vient le *chapelet*, composé d'une série de palettes fixées à une chaîne tournant autour de deux tambours dont l'un lui transmet le mouvement qu'il reçoit d'un moteur quelconque; ces palettes glissent dans une auge inclinée dans laquelle elles font entrer par la partie inférieure l'eau du bief à épuiser, eau qui se déverse à la partie supérieure.

L'appareil est peu coûteux comme installation; mais il donne lieu souvent, à cause des articulations, à des réparations qui, peu importantes comme dépense, peuvent cependant être très-préjudiciables parce qu'elles entravent la marche du travail. On pourrait sans doute arriver à des perfectionnements; mais le rendement utile n'étant que de 40 pour 100 environ, les inventeurs n'ont pas été tentés de pousser leurs investigations de ce côté.

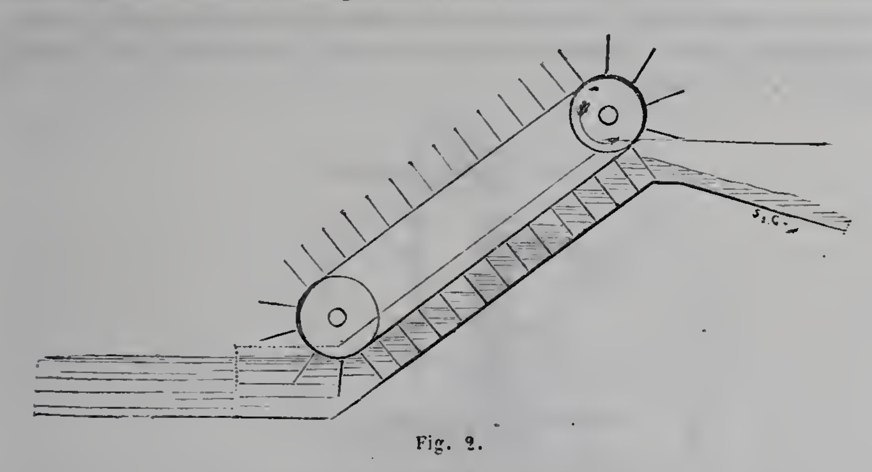


Fig. 2.

Le plus souvent le chapelet est incliné (voir la figure). La hauteur dont on élève l'eau n'est guère que de $2^{m}.00$; au delà, la perte de travail augmente dans une rapide proportion.

L'auge où circulent les palettes est en bois; tout autour des palettes existe un jeu de $0^{m}.005$ à $0^{m}.007$, ce qui conduirait à construire l'auge de manière que le périmètre fût un minimum par rapport à une section donnée. Ordinairement la hauteur h de l'auge varie de $\frac{5}{6}$ à $\frac{2}{3}$ de sa largeur λ; l'écartement e des palettes est en général fixé à 1 fois ou 1 fois $\frac{1}{2}$ cette hauteur h.

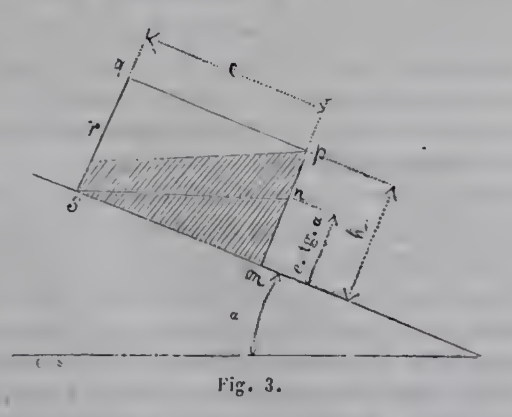


Fig. 3.

Soient H la différence de niveau dont on doit élever l'eau, L la longueur de

l'auge, α son inclinaison sur l'horizontale, u la vitesse, et conséquemment $\frac{u}{c}$ le nombre de palettes qui passent par seconde, et Q le volume d'eau entraîné par chaque palette :

$$H = L . \sin . \alpha$$

$$Q = mprs . \lambda \frac{u}{e} = \lambda \frac{u}{c} [mns + nprs] = \lambda \frac{u}{e} \left[\frac{e^2 . \text{tg} . \alpha}{2} + e(h - e . \text{tg} . \alpha) \right]$$

$$= \lambda . u \left[h - \frac{e . \text{tg} . \alpha}{2} \right]$$

$$QH = \lambda . u \left[h - \frac{e . \text{tg} . \alpha}{2} \right] L . \sin . \alpha,$$

expression dont on doit chercher le maximum, et qui pratiquement ne dépasse pas 40 pour 100 du travail moteur.

Le chapelet s'emploie parfois vertical; il faut alors que le conduit dans lequel s'engagent les palettes soit rétréci à la partie inférieure, de manière à ne laisser que très-peu de jeu; les palettes peuvent être rondes ou carrées, mais le rétrécissement doit être alésé.

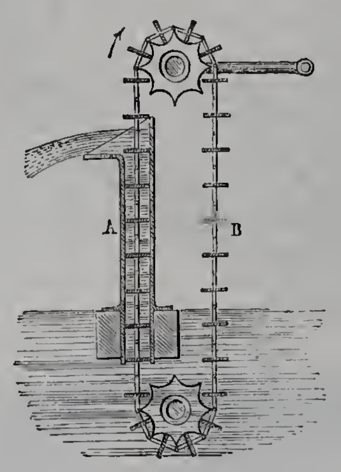


Fig. 4.

Le chapelet vertical donne la possibilité d'élever l'eau à une hauteur assez considérable; toutefois, nous devons dire qu'alors l'effet utile diminue encore et tombe au dessous du chiffre ci-dessus.

III. — Les *norias* sont des engins plus perfectionnés, dont le travail produit est déjà de plus de 66 pour 100 pour une hauteur de 4 mètres, et augmente avec la hauteur de telle sorte qu'il peut atteindre 87 pour 100 dans certains cas. Cela est précieux, car on est souvent conduit à faire parcourir à l'eau un chemin vertical considérable qui nécessiterait l'emploi de pompes foulantes ou d'un système de pompes aspirantes superposées.

Un tambour se meut autour d'un axe horizontal à quelques décimètres au-dessus du niveau où il s'agit d'amener le liquide. L'axe reçoit le mouvement, soit de bras d'hommes, soit d'un manége à chevaux, soit d'une locomobile ou d'un récepteur hydraulique. Sur ce tambour passe une chaîne à laquelle il communique son mouvement. A la chaîne sont attachés de distance en distance des godets en tôle ou en bois. La partie inférieure de la chaîne plonge de 20 à 50 centimètres au plus dans l'eau qu'on doit élever. Les godets s'immergent, ressortent pleins, remontent, maintenus verticaux par la chaîne, s'engagent sur

le tambour, et, au moment où ils vont prendre une position horizontale, un système quelconque les force à basculer et à se vider dans un canal en bois ou en métal qui conduit le liquide au loin.

On a dû perfectionner successivement le mode d'attache des godets à la chaîne, la forme des godets, la disposition du tambour supérieur, le système qui fait basculer les godets. Il a fallu bien des modifications avant d'arriver à un moyen assez simple d'allonger la chaîne quand cela devient nécessaire, et d'ajouter un ou plusieurs godets. On a dû tâtonner avant de trouver soit le moment le plus favorable pour que le liquide commence à se déverser en dehors du godet, soit le moyen de se débarrasser de l'air emprisonné dans le godet à l'instant de son immersion, air qui l'empêche de s'emplir d'une manière complète.

Ces appareils ayant été travaillés de nouveau depuis quelques années, et étant amenés à un point notable de perfectionnement, ainsi que l'attestent les *norias* qui fonctionnent à l'Exposition universelle, nous en reparlerons en premier lieu quand nous en serons à l'examen des diverses machines exposées, et nous nous bornerons ici aux quelques détails qui précèdent.

IV. — Dès le temps des Romains, on avait inventé une roue servant à élever l'eau, et à laquelle on avait donné le nom de *tympan*. Vitruve en parle dans son livre *de Architectura*. Le tympan est encore en usage de nos jours, soit tel qu'il a été alors inventé, soit avec une construction perfectionnée.

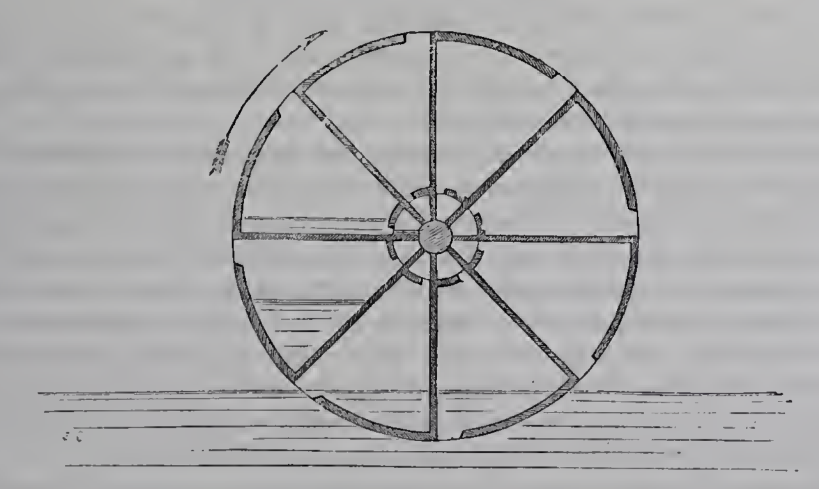


Fig. 5.

L'ancien tympan est une roue en bois, à jouées, divisée en six ou huit compartiments par des cloisons fixées sur les bras. Chacun de ces compartiments a une ouverture pratiquée immédiatement après la cloison du compartiment qui précède, ayant plusieurs centimètres suivant la circonférence, et dans le sens perpendiculaire, ayant toute la largeur entre les jouées. La partie centrale est percée d'un orifice autour de l'arbre. Le mouvement est transmis à l'arbre par un moteur quelconque animé ou inanimé.

Quand un compartiment s'immerge, l'eau y pénètre et y demeure emprisonnée quand il émerge. Dès que, par suite de la rotation, le niveau supérieur de l'eau arrive à hauteur de l'orifice central, cette eau s'échappe. On ne peut ainsi élever l'eau que d'une hauteur un peu inférieure au rayon du tympan, puisqu'il faut qu'une partie soit plongée dans le bief.

V. — On s'est servi pour construire le barrage du Pont-Neuf à Paris, et on se sert encore dans quelques travaux, du tympan à *développantes*. D'après la construction des cloisons, tous les centres de gravité des masses d'eau contenues dans les divers compartiments sont sur la même verticale tangente au cercle

extérieur de l'orifice central, de sorte que le travail est presque constamment le même; de plus, la vitesse, très-grande à la circonférence, est presque nulle au centre, ce qui est avantageux pour l'échappement de l'eau. Malheureusement, pour une différence de niveau de 4m.00 seulement, il faut des tympans de 9m.00 à 10m.00 de diamètre.

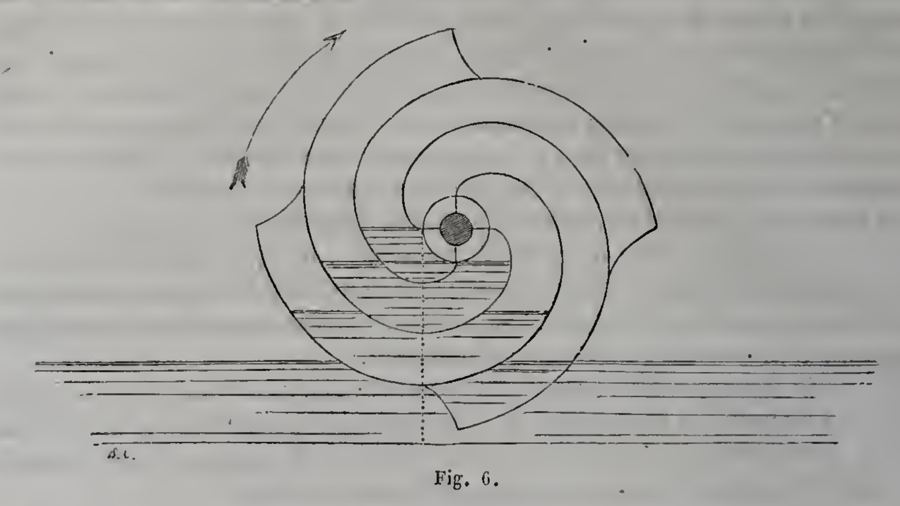


Fig. 6.

Au barrage du Pont-Neuf, la roue avait 6m.00 de diamètre, et on lui imprimait une vitesse de 2 tours 1/2 par minute, soit 0m.80 par seconde. Le rendement était d'à peu près 80 pour 100. La quantité d'eau élevée par minute n'a guère jamais dépassé 24 mètres cubes.

VI. — Les Hollandais emploient pour épuiser les eaux de leurs *polders* ou pour irriguer les terres de ces polders en culture, une *roue de côté* marchant *à l'envers*. Les palettes sont plates et forment un angle avec la direction du rayon en sens opposé au mouvement, afin que l'eau soit abandonnée à peu près sans vitesse, pour diminuer le travail perdu. La roue se meut dans un coursier fait avec soin, laissant peu de jeu, et qui l'emboîte sur $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de la circonférence. La vitesse ne doit pas être trop faible, afin que la perte de travail provenant du jeu entre la roue et le coursier ne devienne pas une fraction considérable du travail total. La forme des palettes permet précisément d'augmenter cette vitesse.

Cette roue est employée en France, notamment à Saint-Ouen.

Elle présente le même inconvénient que les tympans des divers systèmes, c'est de ne pouvoir élever l'eau à une hauteur un peu considérable qu'à condition d'avoir un énorme diamètre; elle n'est donc encore applicable que dans le cas où l'on n'a à racheter qu'une différence de niveau de 1m.50 à 3m.00.

VII. — MM. Laurens et Thomas ont appliqué à l'élévation de l'eau une *roue à godets* marchant dans le sens opposé à celui qu'elle suivrait si elle devait fonctionner comme moteur hydraulique. Leur but a été d'obtenir une plus grande différence de niveau entre le bief d'épuisement et le bief supérieur, où l'eau se déverse, sans accroître outre mesure les dimensions de leur machine.

L'eau, en effet, dans leur système, au lieu d'être abandonnée à la hauteur de l'arbre moteur, tombe des godets soit dans deux caniveaux, soit dans quatre caniveaux superposés deux à deux, établis vers la partie supérieure de la roue, un peu au-dessous du niveau où l'eau commence à se déverser, et symétriquement disposés de chaque côté de la roue. Planche XXIII, fig. 3 et 4.

Cet engin a un bon rendement et est utilement applicable dans plusieurs cas, parce qu'il permet l'épuisement dans des conditions de différence de niveau à racheter qui nécessiteraient des roues hollandaises ou des tympans de dimensions colossales.

VIII. — On a jadis beaucoup employé, pour faire monter l'eau à des distances très-grandes au-dessus de son niveau initial, une machine à laquelle on avait donné le nom de *bélier hydraulique*, et dont l'invention était due à Montgolfier, vers la fin du siècle dernier. En voici la description sommaire :

Du fond du bief dont l'eau doit être élevée part une conduite dont l'orifice est à une certaine profondeur au-dessous du niveau de l'eau ; cette conduite porte en l'un de ses points une soupape dont la densité est le double environ de celle de l'eau, et le diamètre un peu supérieur à celui du tuyau ; ce tuyau est terminé par une partie hémisphérique munie de deux soupapes par lesquelles il communique avec un réservoir d'air d'où part le tube ascensionnel.

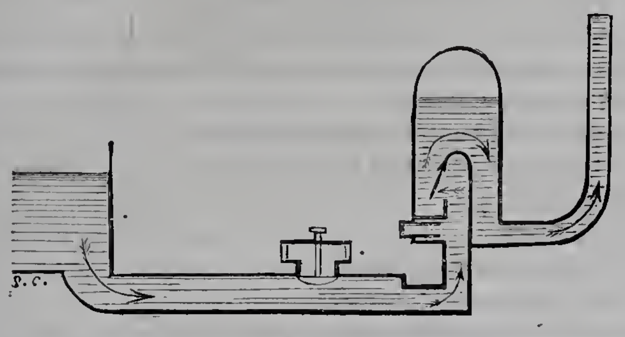


Fig. 7.

L'eau se précipite hors du bief, la soupape inférieure est abaissée, l'eau s'écoule par l'orifice qu'elle laisse libre. Peu à peu la vitesse augmente, la soupape est soulevée, puis fermée avant que la vitesse ait atteint son maximum ; l'eau est alors poussée en avant, elle s'élance, remonte à l'extrémité, fait, par un choc ou *coup de bélier*, ouvrir les soupapes du récipient ou réservoir d'air, et, se précipitant dans ce réservoir, refoule dans le tube ascensionnel l'eau qui s'y trouvait déjà. Au bout d'un instant, il y a réaction des parois métalliques comprimées, les soupapes supérieures se referment, la vitesse de l'eau devient presque nulle et la soupape inférieure retombe et se rouvre. Derechef l'eau s'échappe par ce chemin, les mêmes phénomènes que nous venons de décrire se reproduisent, et ainsi de suite périodiquement. Le conduit ascensionnel peut avoir une grande hauteur ; d'après des expériences faites, un bélier élevant l'eau à $60^{m}.00$ rendait 67 pour 100 de travail utile ; un autre, ne l'élevant qu'à $5^{m}.00$, donnait un rendement de 63 pour 100. Cependant les pertes de travail augmentent avec la hauteur, et M. Péclet cite un rendement de 90 pour 100 pour une hauteur, il est vrai, assez faible.

L'air n'agit, dans le réservoir, que comme régulateur du mouvement d'écoulement. Il est inutile de dire qu'un tuyau de décharge permet à l'eau qui sort par la soupape inférieure de s'échapper hors de la cage où est établi le bélier.

Cette machine présente deux inconvénients sérieux : d'abord un bruit très-fort et très-incommode ; en second lieu, des chocs tellement violents que la construction doit être d'une extrême solidité sous peine de se trouver complétement disloquée en peu de temps. Néanmoins quelques constructeurs de province ont perfectionné les installations et ont réussi à faire monter l'eau sur des collines élevées, pour des irrigations, sans que le prix de revient ait été trop considérable ou les réparations d'entretien trop onéreuses.

IX. — Nous ne ferons pas ici la théorie des *pompes*. Chacun sait que si on produit le vide dans un tube plongeant dans un liquide dont la surface communique avec l'air ambiant, le liquide s'élèvera dans le tube jusqu'à ce qu'il atteigne une hauteur telle que la pression à la partie inférieure contrebalance la

pression atmosphérique. En faisant le vide dans un cylindre, à l'aide d'un piston, on peut faire monter l'eau, non pas jusqu'à la hauteur théorique de $10^{m}.33$, mais jusqu'à $8^{m}.00$, $8^{m}.50$ ou $9^{m}.00$, suivant le degré de perfection des appareils. Il est impossible de produire un vide absolu.

Le moyen que nous venons d'indiquer pour produire le vide dans le tube ascensionnel, moyen qui a été pendant longtemps le seul employé, a été depuis quelques années modifié par un très-grand nombre de constructeurs. L'Exposition de Billancourt et celle du Champ de Mars renferment un grand nombre de modèles que nous aurons à examiner par la suite. Pour le moment, nous nous contenterons de donner la nomenclature des principales espèces de pompes employées aujourd'hui dans l'industrie et dans l'agriculture.

Au point de vue du mode de fonctionnement de leurs organes essentiels, on peut partager ces appareils en pompes à piston et pompes rotatives.

Les premières peuvent être :

Aspirantes et élévatoires à piston creux;
Aspirantes et foulantes à piston plein;
A simple effet;
A double effet;
A un seul corps de pompe;
A plusieurs corps de pompe;
Enfin d'un des systèmes dits « sans limite ».

Les secondes comprennent :

Les pompes rotatives proprement dites, ou à piston tournant,
Et les pompes à force centrifuge.

Toutes ces pompes sont employées dans un grand nombre de circonstances. On peut citer leur application à l'économie domestique, à l'agriculture pour les irrigations et la distribution des engrais liquides, à l'alimentation des villes et des établissements industriels, aux épuisements et aux travaux de mines, à l'extinction des incendies, etc. Dans chaque cas particulier, elles doivent remplir des conditions spéciales, comme mode de fonctionnement et comme système de construction. C'est à ce double point de vue que nous examinerons celles qui sont exposées au Palais du Champ de Mars et dans ses annexes.

Nous devons exprimer ici un regret ; c'est que la plupart des modèles exposés ne sont pas démontés, ils ne sont pas accompagnés de dessins explicatifs, et, comme aucun agent ne se trouve sur place pour donner les renseignements qu'il y aurait lieu de demander, nous avons été plusieurs fois obligés de renoncer à la description d'appareils qui peut-être auraient mérité de figurer dans cette étude que nous ferons cependant aussi complète que possible.

Nous examinerons d'abord les engins autres que les pompes, ce qui formera un chapitre, nécessairement peu développé. Ensuite nous aborderons l'étude des pompes de divers systèmes.

A. CHAUVEAU DES ROCHES,
Ancien ingénieur aux chemins de fer espagnols.

II

Machines et appareils autres que les pompes.

I. — *Norias.*

L'exposition de l'île de Billancourt présente un certain nombre de machines à élever l'eau. Ce n'est pas que ces appareils soient destinés exclusivement aux épuisements et irrigations des exploitations agricoles, mais ils trouvent dans des

travaux de cette nature une application utile, et de plus, à Billancourt, ils sont établis sur les bords de la Seine et fonctionnent ainsi sous les yeux du public qui peut mieux juger de leur valeur.

Nous nous occuperons d'abord d'une noria exposée par M. Saint-Romas, de Paris, qui présente plusieurs dispositions heureuses dans sa construction (voir pl. XXIV).

On sait que les noria ordinaires se composent d'une chaîne à godets enroulée sur deux tambours, l'un extérieur, manœuvré par un treuil, et l'autre placé dans l'eau, au fond de la fosse où est installé l'appareil. Ce second tambour est destiné à guider la chaîne dans son mouvement et à forcer les godets à entrer dans l'eau verticalement malgré la résistance de l'air qu'ils renferment. Dans la noria Saint-Romas, on a cherché à supprimer le tambour inférieur pour simplifier la construction de la machine et diminuer les résistances passives; pour cela il a fallu modifier les augets, afin de les faire entrer verticalement dans l'eau par leur propre poids. On est arrivé à ce résultat en ajoutant aux augets un double tube ou siphon, représenté fig. 4 et 5 (pl. XXIV). L'inspection de la figure fait voir qu'au moment de l'immersion l'air enfermé dans le godet s'échappe par le tube central du siphon et ne produit plus de résistance nuisible. Quand l'auget est rempli d'eau et remonte, le niveau s'y établit à la hauteur du tube central; on a soin de percer dans le couvercle du siphon deux petits trous qui permettent à la pression atmosphérique de s'exercer dans le tube dès que l'auget commence à sortir. Une disposition analogue a déjà été employée par M. Buzetil dans la construction d'une noria que possède le Conservatoire des arts et métiers.

Les godets sont en tôle et de la forme indiquée fig. 4 et 5. Leur contenance est variable et peut aller jusqu'à 25 ou 30 litres. Ils portent au milieu de leur hauteur un boulon de suspension longitudinal (voir fig. 2, 3). Les boulons s'articulent par leurs extrémités à des tiges en fer à section méplate qui réunissent les godets deux à deux. Pour donner à la chaîne une certaine rigidité, les boulons de suspension sont de plus réunis deux à deux par une lame de fer ou d'acier dont les extrémités s'enroulent librement sur les boulons, et qui se fixe par une goupille à un piton que porte l'auget.

Le tambour placé à la partie supérieure de la fosse, et sur lequel s'enroule la chaîne, est triangulaire (voir fig. 1, 2, 3). Il se compose de deux flasques en fonte calées aux extrémités d'un arbre et réunies entre elles par trois entretoises. Trois ressorts à lames sont fixés par leur milieu sur l'arbre et occupent toute la longueur du tambour; ils ont leurs deux extrémités libres et seulement guidées dans leur mouvement par des goujons que porte l'arbre. La flexion des ressorts, qui se règle par les écrous des goujons, est destinée à amortir les trépidations de la chaîne.

L'arbre du tambour porte une roue d'engrenage menée par un pignon calé sur un second arbre parallèle. Deux roues à rochet et à cliquets maintiennent l'appareil en repos au moment des arrêts. Le tout est porté par un bâti en bois qui repose sur des traverses à l'orifice de la fosse.

Lorsqu'un godet plein arrive au treuil, les tiges d'articulation s'appuient d'abord sur un des ressorts, en le faisant fléchir, et arrivent ainsi sans choc à se placer sur deux entretoises du tambour, dont l'intervalle est convenablement déterminé; à l'endroit où les tiges méplates doivent s'appuyer, les entretoises portent soudés des appendices aplatis (fig. 3). La lame réunissant les boulons en leur milieu empêche le godet de basculer sur son axe et le force à suivre le mouvement du tambour pour se déverser dans la bâche destinée à recevoir l'eau.

Plusieurs perfectionnements ont été apportés à la machine. Dans les premiers appareils construits, la rigidité était obtenue au moyen de crochets fixés sur les augets et réunis par des tiges; cette disposition avait l'inconvénient, lorsqu'on rencontrait un obstacle au fond de la fosse, d'accrocher les godets descendants aux godets montants et de causer ainsi des accidents; elle a été remplacée avec avantage par les lames réunissant les boulons dont il a été parlé plus haut. On avait aussi employé pour le tambour des ressorts à boudin; les ressorts à lames ont donné de meilleurs résultats.

Le mouvement est imprimé à l'arbre du pignon, soit par des manivelles mues à bras, soit, lorsque la quantité d'eau à élever est plus considérable, par un moteur inanimé (une locomobile, par exemple). Un volant, placé sur l'arbre du pignon, régularise le mouvement.

Lorsque, par suite d'un approfondissement de la fosse, la chaîne a une longueur trop faible, on ajoute, par une manœuvre assez simple, un certain nombre de godets. A l'origine, on se contentait de ce moyen, mais il se présentait un inconvénient : la chaîne pouvait devenir trop longue et les godets raclaient alors le fond de la fosse en produisant un véritable dragage. Dans les nouveaux appareils, le bâti en bois du treuil est placé sur un second bâti par l'intermédiaire de quatre verrins ou vis de rappel (fig. 1, 2, 3) qui permettent de relever le treuil d'une quantité suffisante pour que les augets ne touchent plus le fond.

Cette noria a été employée pour élever l'eau jusqu'à une hauteur de 12 ou 15 mètres. Dans ces limites, elle a sur les pompes l'avantage que possèdent toutes les norias, c'est-à-dire un plus grand rendement et la possibilité d'élever des eaux bourbeuses ou chargées de sable qui obstrueraient les soupapes des pompes. De plus, elle constitue un perfectionnement réel des norias ordinaires. Elle a un rendement supérieur, ainsi qu'il résulte des expériences relatées plus loin, et, au point de vue pratique, elle est plus simple, moins coûteuse de construction, plus facile à installer et à réparer.

Des expériences ont été faites sur une machine de cette espèce par M. Tresca, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, en décembre 1865. C'est dans le procès-verbal de M. Tresca que nous avons puisé les chiffres qui suivent. Dans une première série d'expériences, on a déterminé le rapport du débit des augets à leur capacité. L'eau était reçue dans un réservoir rectangulaire de dimensions connues. On mesurait la hauteur d'eau recueillie au bout de deux ou trois cents tours de manivelle; on connaissait le nombre de godets passés dans le même temps, ce qui donnait le débit de chaque auget. On a ainsi trouvé que des godets, ayant dans la machine essayée une capacité de $7^{lit}.58$, débitaient $7^{lit}.40$. Ils arrivaient donc sensiblement pleins, et la perte au moment du déversement peut être considérée comme à peu près insignifiante.

Dans les expériences de rendement, la hauteur d'élévation totale comptée depuis le niveau de l'eau jusqu'au-dessous de l'auget supérieur était de $9^m.10$, mais au point de vue du travail utile, il faut en retrancher $0^m.52$ pour tenir compte du niveau de l'eau dans le réservoir supérieur, ce qui réduit la hauteur réellement utilisée à $8^m.58$.

Une manivelle dynamométrique était calée sur l'arbre moteur pour évaluer le travail développé. Le ressort employé fléchissait de 1 millimètre pour un effort de la manivelle de $1^k.21$; le rayon de la manivelle était $r = 0^m.354$, et, par suite, la circonférence décrite $C = 2^m.223$. Le tableau suivant indique les conditions et les résultats de sept expériences.

NUMÉROS des expériences.	NOMBRE de tours par minute.	MANIVELLE DYNAMOMÉTRIQUE. ORDONNÉE moyenne des diagrammes.	EFFORT moyen mesuré.	TRAVAIL correspondant par seconde	TRAVAIL mesuré en eau élevée par seconde.	RENDEMENT.	VITESSE moyenne par seconde de la chaîne à godets.	OBSERVATIONS.
		millim.	kilogr.	kilogram.	kilogram.		mètres.	Hommes à la manivelle.
8	42	13.40	16.214	25.23	21.879	0.867	0.125	1
9	44	14.20	17.180	27.88	22.910	0.820	0.130	1
3	46	14.90	18.029	30.46	23.938	0.780	0.137	2
5	48	14.40	17.424	30.99	25.000	0.806	0.143	2
4	50	13.90	16.819	31.15	25.997	0.830	0.149	2
7	50	14.08	17.037	32.55	25.997	0.824	0.149	1
6	60	15.50	18.755	41.69	31.257	0.749	0.179	1 homme pendant 30 minutes.
moyennes.	48.6					0.811	0.145	

Il résulte de l'inspection de ce tableau :

1° Que le rendement, c'est-à-dire le rapport entre le travail dépensé et le travail utilisé en eau élevée, a été en moyenne de 0.811.

2° Que ce rendement s'est élevé au-dessus de ce chiffre et jusqu'à 0.867 pour les vitesses les plus faibles.

Il y a donc avantage pour de grands débits à employer des godets de grande capacité plutôt que d'augmenter la vitesse.

Un certain nombre de ces appareils sont employés par l'administration des ponts et chaussées pour les épuisements des égouts en construction à Paris. Deux d'entre eux, donnant environ 800 litres par minute à une hauteur de 11 mètres, ont fonctionné d'une façon satisfaisante et sans réparations pendant neuf mois dans des eaux vaseuses. Plusieurs sont établis en Espagne dans des exploitations agricoles.

A côté de la noria Saint-Romas, nous citerons celle exposée par M. Santerre-Taconet, de Guise (Aisne). Ce constructeur a supprimé également le tambour inférieur, et la chaîne plonge librement dans l'eau, mais il n'a pas pris de précautions spéciales pour assurer le remplissage parfait des godets, et, pour que cette condition soit remplie, la chaîne doit entrer dans l'eau assez profondément. Les godets sont en tôle, cylindriques, d'une capacité d'environ 2 litres et demi; le treuil est formé de deux flasques en tôle entretoisées, portant le tambour sur lequel s'enroule la chaîne; ce tambour est mené par une roue d'engrenage et un pignon supporté également par le bâti; l'appareil est muni d'un encliquetage et d'un volant. Cette machine est d'une construction solide et prend peu de place, elle peut être employée avantageusement pour élever une petite quantité d'eau d'une grande profondeur; par exemple, un homme peut monter 2000 à 3000 litres à l'heure d'une profondeur de 30 mètres.

Nous avons vu au Champ de Mars quelques autres norias, entre autres celle de MM. Pfeiffer, de Barcelone, qui est menée par un manége et dans laquelle le rouet inférieur est aussi supprimé, mais elles ne nous ont pas paru présenter de particularités remarquables dans leur construction.

E. BELIN,
Ingénieur civil, ancien Élève de l'École centrale.

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DE L'EXPLOITATION DES MINES

PAR **M. ÉMILE SOULIÉ**,
Ingénieur civil, Ancien Élève de l'École des Mines.

ET **M. ALFRED LACOUR**,
Ingénieur civil, ancien Élève de l'École Polytechnique et de l'École des Mines.

DEUXIÈME ARTICLE, PAR M. E. SOULIÉ.

PERFORATEURS ET MACHINES DESTINÉES A ABATTRE LA HOUILLE (FIN).

(Planches XXV, XXVI, XXVII et XXVIII).

II

PERFORATEUR A AIR COMPRIMÉ, de M. *Doëring* (Prusse). (Fig. 1.)

Le perforateur de M. Doëring est mu par l'air comprimé. Il se compose d'un cylindre moteur de $0^{m},400$ de diamètre intérieur et de $0^{m}.360$ de long. Dans ce cylindre se meut un piston auquel est fixée la tige qui porte le burin. L'air comprimé est distribué par un tiroir; il s'échappe librement du cylindre dans l'atmosphère. Deux roues à rochet, munies de chiens, sont situées à l'arrière du cylindre et mises en mouvement par la tige prolongée du piston au moyen de fourches qui commandent les chiens; l'une des roues à rochet sert à donner au burin un mouvement de rotation autour de son axe; l'autre rochet, celui qui est le plus rapproché du fond du cylindre moteur, est commandé également par les fourches reliées au prolongement de la tige de ce dernier; ce second rochet fait corps avec une roue dentée cylindrique en bronze qui commande un engrenage; cet engrenage fait avancer l'ensemble de l'outil le long de la tige filetée qui forme l'un de ses supports; une autre tige non filetée, parallèle à la précédente, complète le support du cylindre et de ses accessoires; cette dernière tige est embrassée par un manchon faisant corps avec le cylindre moteur. Quand, par suite de son propre mouvement, le piston est arrivé à l'extrémité d'avant de la tige filetée, on le ramène en arrière au moyen d'une clé qui permet de manœuvrer l'engrenage indiqué précédemment. La disposition de l'outil est telle que le foret n'avance que quand le piston a développé toute sa course.

L'appareil que nous venons d'indiquer constitue le perforateur proprement dit : il est porté par un chariot d'une construction particulière. A l'avant du chariot est un arbre creux fileté en fer de gros diamètre, qui reçoit, au moyen d'un collet fileté, un bras à l'extrémité duquel le perforateur est relié par un tourillon vertical. L'arbre fileté vertical est évidé par derrière, suivant une de ses génératrices, et une roue à dents courbes, fixée au bras qui porte le perfora-

teur, permet de monter ou d'abaisser cet outil le long de cet arbre. Il résulte de cette disposition qu'on peut donner au burin du perforateur telle direction qu'on voudra. A l'arrière du chariot sont deux caisses en tôle destinées à recevoir de l'eau; l'une d'elles est fermée hermétiquement et peut, au moyen d'un robinet auquel on adapte un tube en caoutchouc, recevoir l'air comprimé du

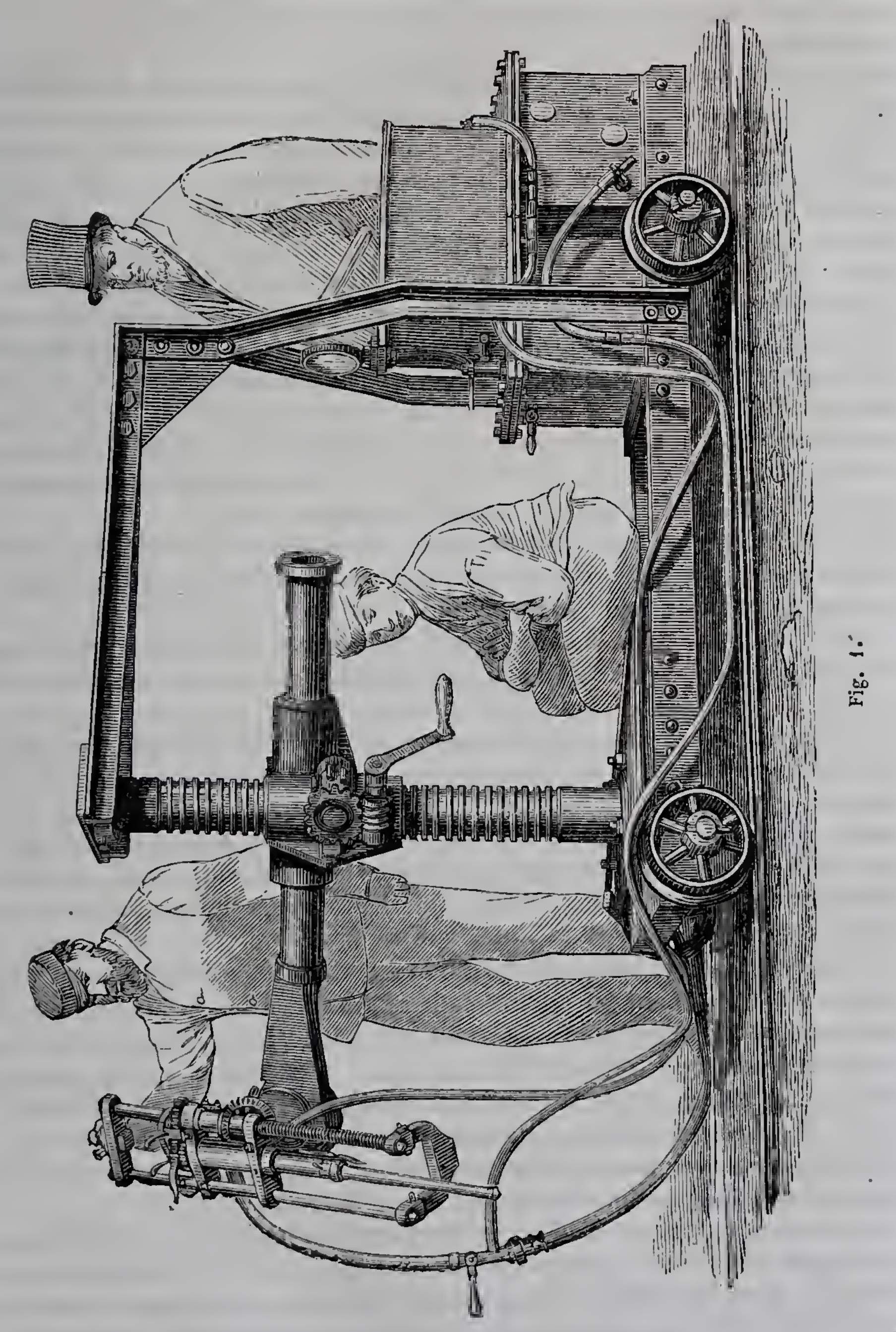


Fig. 1.

réservoir qui alimente le perforateur; un autre tube en caoutchouc, muni d'une lance à robinet, est fixé latéralement à cette caisse à eau; en envoyant de l'air comprimé à la surface du liquide, on peut projeter de l'eau au fond du trou pour rafraîchir l'outil; un manomètre relié à cette caisse permet de connaître la pression de l'air qui agit dans le cylindre.

L'ensemble de ce chariot est consolidé par des lames de tôle et supporté par

quatre roues à boudins. Dans la galerie où l'on travaille, on cale l'appareil au moyen de coins sous les roues et d'écrous appuyant contre la partie supérieure du chariot et contre le toit de la galerie. Le chariot a environ $1^{m}.50$ de hauteur.

L'air comprimé est employé à une pression de 1 atmosphère 1/2 à 1 atmosphère 3/4; l'outil peut marcher à la pression de 1 atmosphère, mais sans produire d'effet utile. A la pression de 1 atmosphère 1/2, il donne 250 à 350 coups par minute.

Cette machine fonctionne actuellement aux mines de zinc de la Vieille-Montagne, à Moresnet. On a comparé là son travail avec celui fait à la main par les ouvriers, au point de vue de l'avancement et du prix de revient; les résultats ont été les suivants : dans un mois, le perforateur de M. Doëring a percé 8 mètres de trous, tandis que, dans la même période, le forage à la main n'a donné que 3 mètres d'avancement; en outre, tandis que le forage à la machine coûtait $120^{f}.66$ par mètre, le forage à la main revenait à $194^{f}.88$ le mètre.

Dans cette même mine de Moresnet, il a été constaté, nous a-t-on dit, que le perforateur manœuvré par deux hommes avait percé 3 mètres de trous dans quinze jours, tandis que douze mineurs, dans la même période, n'en avaient percé que $0^{m}.50$; ces trous étaient creusés dans la grauwacke : c'est une roche assez dure formée d'un mélange de grès quartzeux et de schiste argilo-siliceux; le travail était fait dans de bonnes conditions comme facilité de manœuvre, la galerie avait $2^{m}.40$ de large sur $2^{m}.70$ de hauteur.

A l'Exposition, avec un foret de $0^{m}.040$ de diamètre, l'avancement dans un granit très-compact de Normandie a varié de $0^{m}.030$ à $0^{m}.055$ par minute, suivant la pression de l'air.

On a vu qu'il fallait 2 hommes pour manœuvrer le perforateur; les postes étant de 8 heures, cela fait 6 hommes par 24 heures attachés au service de la machine.

Le tranchant des burins que l'on adapte à l'extrémité de la tige du piston du perforateur a la forme d'un Z dont les deux bras parallèles sont arrondis; il en résulte une assez grande régularité dans le percement des trous; on ne rencontre pas dans les trous creusés par ce perforateur, qui cependant subit de fortes vibrations, les ressauts qui se présentent dans les trous percés par d'autres perforateurs mécaniques; leur surface intérieure est sensiblement polie. Le diamètre moyen des outils est de $0^{m}.025$ environ.

Un fait qui frappe, lorsqu'on examine cet appareil, c'est que le volume du perforateur proprement dit est très-petit relativement au volume total de l'appareil; c'est l'ensemble du chariot et du bras qui porte le perforateur qui forme la majeure partie du volume de la machine. On n'a pas essayé de placer plusieurs perforateurs sur le même arbre fileté, il en résulterait d'ailleurs un grand effort sur cet arbre qui, par l'intermédiaire des bras articulés, supporte en définitive non-seulement le poids de l'outil et de ses bras eux-mêmes, mais encore tout l'effort des chocs du burin contre la roche.

La manœuvre de cette machine est simple et commode; on pourrait la rendre plus rapide en éludant la nécessité de serrer avec une clé tous les boulons qui servent à fixer les différentes parties mobiles dans la direction voulue pour percer chaque trou; il suffirait pour cela de modifier la forme des têtes de ces boulons.

Perforateur a air comprimé, de M. *O. Bergstroëm* (Suède) .(Pl. XXV.)

L'appareil imaginé par M. Bergstroëm pour percer les trous de mines est fort simple. Il est mu par l'air comprimé ; il se compose (pl. XXV) d'un tiroir d'ad-

mission destiné à distribuer l'air comprimé au cylindre moteur. Ce tiroir est composé de deux parties cylindriques AA, faisant corps avec une tige *a*; il reçoit son mouvement au moyen de deux petites bielles SS, qui sont elles-mêmes reliées au volant V. Un coin B, commandé par une vis D munie d'une manivelle à volant C, permet de serrer plus ou moins le tiroir d'échappement E contre sa table, c'est-à-dire de faire varier la résistance qu'il oppose au mouvement qui lui est communiqué par les taquets FF, et, par suite, de faire varier sa vitesse. L'échappement se fait directement dans l'atmosphère, la partie supérieure de la boîte à tiroir étant librement ouverte dans son milieu. Au-dessous de la boîte à tiroirs cylindriques se trouve le cylindre moteur G; dans ce cylindre se meut un piston H de 0m.104 de diamètre; sa course est de 0m.208 environ. La tige I de ce piston est venue de forge avec lui; elle porte à son extrémité la douille K qui doit recevoir le foret; elle est creuse, et dans son intérieur pénètre une autre tige cylindrique L qui porte sur son pourtour des cavités destinées à loger des clavettes M par le moyen desquelles elle fait corps avec le piston; à cette tige est fixée une roue d'engrenage N qui engrène avec une vis sans fin P; cette vis sans fin reçoit du piston, au moyen des deux petites bielles SS et du volant V, un mouvement de rotation qui, par la roue dentée, se transmet à la tige du piston H, c'est-à-dire au foret, et fait tourner celui-ci autour de son axe. Le foret reçoit ainsi d'une façon automatique son mouvement de va-et-vient et son mouvement de rotation.

Le mouvement d'avancement n'est pas produit par l'outil lui-même; c'est l'ouvrier qui le donne à volonté et à la main; à cet effet, l'ensemble de l'outil est porté sur une tige en fer forgé T, terminée à une extrémité par une pointe; à l'autre extrémité, elle reçoit une barre munie de deux pas de vis, portant chacun une tête triangulaire; c'est cette barre qui sert à mettre l'outil en place, en le calant entre les parois de la galerie où l'on perce et une planche appuyée contre les cadres de boisage, par exemple, ou bien entre le toit et le mur de la galerie; cette tige T n'est pas complétement cylindrique; elle porte, suivant une de ses génératrices, une crémaillère dont les dents sont saisies par un système de deux roues coniques; l'une de ces roues X a son axe fixé au perforateur; elle est munie d'une manivelle *m*, de telle sorte qu'on peut, en tournant cette manivelle, faire avancer l'outil dans les deux sens sur la barre de support T.

Le jeu de cet appareil est facile à concevoir : en ouvrant le tuyau d'admission de l'air W, en faisant tourner à la main le volant V, on mettra le tiroir d'admission AA dans la position voulue pour qu'il admette l'air sur une des faces du piston H; le piston avancera, et en même temps un mouvement de rotation sera transmis par les bielles SS à la vis P et par suite à la roue N et au foret lui-même; le volant continuant à se mouvoir, l'admission aura lieu sur la face opposée du piston; l'air qui se trouve de l'autre côté s'échappera dans la galerie, et ainsi de suite : à chaque course du piston, la tige L, entraînant le foret dans son mouvement, tournera sur elle-même, toujours dans le même sens. On a soin, pour ménager les forets, d'injecter de l'eau dans le trou pendant le travail.

Comme construction, cet appareil est fort simple; il est construit entièrement en fer, en fonte et en acier; toutes les pièces qui se meuvent sont en acier fondu; il est très-peu volumineux : son poids est de 65 kilogr. Il est destiné à travailler à l'air comprimé à la pression d'une atmosphère, et, sous cette pression, il donne de 300 à 400 coups à la minute. Le diamètre des forets qui sont manœuvrés par ce perforateur varie de 0m.018 à 0m.025.

Dix de ces appareils fonctionnent dans des mines en Suède : 6 aux mines de Persberg, 2 aux mines de Langban, 2 aux mines d'Atvidaberg; un de ces perforateurs est en travail en Danemark.

Les résultats moyens donnés par l'appareil ont été les suivants, d'après les indications qui nous ont été communiquées : dans le granit, avec un foret d'environ $0^{m}.020$ de diamètre, en travaillant sous une pression d'air d'une atmosphère, on a obtenu un avancement de $2^{m}.20$ par heure, c'est-à-dire un avancement environ cinq fois plus considérable qu'on ne l'obtient par le forage à la main des coups de mines.

Un des perforateurs de M. Bergstroëm a fonctionné pendant 700 jours sans nécessiter aucune réparation; l'un des deux appareils qui figurent à l'Exposition à percé 1000 mètres de trous de mines dans une roche moyennement dure connue sous le nom de malacolite (c'est une variété de pyroxène diopside).

Le perforateur de M. Bergstroëm est bien combiné; il est d'une construction solide, sujet par cela même à peu de dérangement; c'est assurément l'un des plus simples de tous ceux qui figurent à l'Exposition; il est d'ailleurs d'un prix modéré : il coûte 500 francs, pris en Suède. Il pourrait facilement être installé sur un chariot qui rendrait son maniement plus commode pour les grands travaux. La seule objection qu'on puisse lui faire, c'est qu'il n'est pas complétement automatique, puisque l'avancement de l'outil doit être donné à la main, ce qui nécessite une attention, pour ainsi dire, constante de la part de l'ouvrier qui le manœuvre.

Cet appareil nécessite l'emploi d'un moteur pour comprimer l'air et d'un réservoir pour accumuler l'air comprimé et régulariser sa pression. On peut estimer à 4 ou 5 chevaux la force nécessaire pour comprimer l'air destiné à faire mouvoir ce perforateur.

Appareils cavateurs, de M. *Trouillet* (France). (Pl. XXV, fig. 1 à 16.)

L'appareil imaginé par M. Trouillet et désigné par lui sous le nom de *cavateur* est destiné à creuser des chambres au fond des trous de mines; il peut également servir à élargir un trou cylindrique sur toute sa hauteur en reprenant le travail par le bas.

L'avantage qu'il y a à placer la poudre qui doit faire sauter un coup de mine dans une cavité plus large que le trou lui-même et située au fond de ce trou, est facile à concevoir : d'abord on peut par ce moyen réduire la section de la partie inutile, si l'on peut ainsi dire, de celle qui ne reçoit pas la poudre, et, par conséquent, il y a là une économie de main-d'œuvre; en second lieu, l'efficacité d'un trou de mine élargi à sa base sera plus considérable que si le trou était de même diamètre sur toute sa hauteur, parce que dans ce cas la cavité où la poudre s'enflammera, où les gaz se produiront, aura une plus grande surface résistante, la section de la partie bourrée étant moindre relativement à la section de la chambre occupée par la poudre. Or, on sait que souvent les coups de mine se débourrent, et qu'en tous cas le bourrage cédant toujours un peu, il en résulte une diminution d'effet utile. On réduit encore par là la surface relative du trou de l'épinglette qui laisse toujours échapper une partie des gaz produits.

Les avantages de ces chambres de mine ont été constatés depuis longtemps, mais on n'était pas parvenu à les creuser d'une façon pratique. Un ingénieur des ponts et chaussées, M. Courbebaisse, a bien proposé et employé lui-même l'acide hydrochlorique pour creuser des chambres de mine dans certaines roches; mais ce procédé ne peut être appliqué qu'à des roches calcaires, et encore faut-il qu'elles soient compactes et ne présentent pas de fissures pouvant donner issue à l'acide. Nous l'avons vu appliqué d'une façon très-ingénieuse dans l'île de Pommadère où M. Dussaut exploitait par l'acide hydrochlorique des carrières de calcaire compacte pour la construction du port Napoléon à Marseille;

l'introduction de l'acide se faisait par un siphon à deux tubulures de diamètres inégaux; celle qui communiquait avec le réservoir d'acide et qui servait à son introduction avait un diamètre plus petit que le corps du siphon, afin que l'acide ne remplît pas entièrement le corps de ce siphon; l'autre servait à l'évacuation de l'acide qui avait agi sur la roche. On mettait 6 jours à creuser par ce procédé un trou devant contenir 100 kilogr. de poudre.

Les appareils de M. Trouillet permettent d'attaquer toutes les roches en appropriant les outils dont on les arme à la dureté de la roche à entamer. Ils se rapportent à deux types : les uns agissant par rotation, les autres par percussion. Nous allons les décrire brièvement.

Cavateur à rotation (pl. XXV, fig. 1 à 8). — Cet appareil se compose d'une tige en fer *a* dont l'extrémité supérieure est filetée et passe dans un écrou muni d'un volant *d*; en tournant ce volant à la main, on fait monter ou descendre la tige *a*. Cette tige pénètre au centre d'un tube en fer creux *f*. La partie inférieure de ce tube est d'une épaisseur renforcée par deux segments circulaires *rr* à cordes parallèles, et présente deux ouvertures diamétralement opposées pour laisser passer les outils. Ce tube est saisi dans un manchon formé de deux parties *st* dans lesquelles il peut tourner; la partie *t* porte les jambes en fer qui servent à fixer l'appareil contre le sol; la partie supérieure *s* de ce manchon porte un système de roues d'angle et de manivelles qui permet de donner à ce manchon un mouvement de rotation; le taquet *y*, qui fait corps avec le tube *f*, permet à ce mouvement de rotation du manchon de se transmettre au tube *f* lui-même. Un cône creux *w* sert à garnir l'entrée du trou de mine, de façon à éviter toute oscillation du tube *f* qui le traverse. La tige *a* porte à sa partie inférieure deux rainures inclinées qui descendent jusqu'au bas de cette tige. Lorsque la tige descend dans le tube, ces rainures pénètrent dans des rainures correspondantes que portent les burins *bb*, et, par suite de leur position inclinée, ces rainures écartent les burins plus ou moins l'un de l'autre et les font sortir par les fenêtres ménagées au bas du tube *f* d'une quantité plus ou moins considérable, suivant qu'on abaisse plus ou moins la tige *a*.

La manœuvre de cet appareil est fort simple : on descend le tube *f* à la profondeur voulue et on cale l'instrument au moyen du manchon conique et des jambes de fer. Un ouvrier fait tourner le volant *d* : les burins sortent du tube *f* et viennent s'appuyer contre les parois du trou ; un second ouvrier tourne alors une des manivelles et fait par là tourner l'outil lui-même; à chaque fois que le tube fait un tour autour de son axe, l'ouvrier qui tient le volant fait tourner la tige *a*, et ainsi de suite jusqu'à ce que cette tige soit arrivée à l'extrémité de sa course; on la remonte alors, les burins rentrent dans le tube *f*; on relève celui-ci de la hauteur des burins *bb*, on cale de nouveau l'instrument et on recommence l'opération; on continue ainsi, en allant de préférence de bas en haut sur toute la longueur à élargir, afin de n'être pas gêné par les détritus. On peut par ce moyen faire des trous cylindriques ou des cavités de $0^{m}.12$ de diamètre. On a soin d'introduire de l'eau dans le trou pendant le travail de l'outil.

Cet instrument à rotation agit plus rapidement et plus économiquement, dit l'inventeur, que celui à percussion. Toutefois, dans les roches dures telles que le granit, le silex, les porphyres, etc., les burins d'acier s'usent trop rapidement : on leur substitue alors des outils en fer garnis de diamants noirs; il faut, dans ce cas, mettre l'outil en mouvement par un moyen mécanique; des essais qui paraissent avoir réussi ont été faits pour appliquer le moteur à eau de M. Perret à la mise en mouvement d'un cavateur muni de burins à diamants.

M. Trouillet dit que suivant la dureté de la roche et la vitesse qu'on donne à

l'outil, on peut faire une chambre de $0^m.50$ de hauteur et de $0^m.12$ de diamètre dans 2 à 3 heures.

On remarquera que l'emploi de cet appareil suppose qu'on a creusé au préalable par les moyens ordinaires un trou de mine pour donner passage au tube *f*; c'est ce trou qu'on élargit avec le cavateur. Il faut avoir soin de le creuser d'environ un mètre plus profond que la hauteur à laquelle on veut faire la chambre ou l'élargissement, afin de loger les détritus; il faut que ce trou soit autant que possible régulièrement cylindrique. On remarquera également que, vu le diamètre des tubes du cavateur qui doivent pénétrer dans ce trou, il faut percer ce trou de mine provisoire d'un diamètre beaucoup plus grand que les trous de mines ordinaires qui n'ont que $0^m.035$ à $0^m.045$ de diamètre. Cette obligation limite l'emploi des cavateurs à de certains travaux.

Le poids d'un cavateur de ce genre pouvant servir jusqu'à 3 mètres de profondeur est de 60 kilogr. environ.

Cavateur à percussion (PL. XXV, fig. 9 à 16). — Il se compose d'une tige *d* qui pénètre dans un tube creux en fer *k* et fait saillie hors de ce tube; la partie inférieure de la tige est en acier; elle porte deux outils en acier *e e* assemblés au moyen d'une charnière qui permet à chacun d'eux de décrire un arc de cercle; la dimension de ces outils est variable; on commence le travail par les plus petits, on le termine par les plus grands. Le tube *k* est plus long que la profondeur à laquelle on veut élargir le trou; il est fermé par une pièce de fer *j* sur laquelle reposent deux enclumes convexes en acier *l l*. Ce sont ces enclumes qui écartent les outils *e e* lors du battage de la tige. Une pièce de serrage *a*, munie de quatre manettes *n* et formée de deux parties réunies par des boulons à écrous, sert à fixer le tube *k* à la hauteur voulue en s'appuyant sur le collet de la vis *b b*; cette vis passe elle-même dans un écrou en fonte *c* fixé au sol d'une façon invariable au moyen d'une clef qui pénètre dans la roche.

L'outil fonctionne de la manière suivante : deux ouvriers impriment à la tige *d* un mouvement vertical de va-et-vient, comme s'il s'agissait d'un fleuret ordinaire; un autre ouvrier fait tourner le tube *k* doucement et régulièrement au moyen des manettes *n*; de cette façon, les outils frappent les parois du trou à élargir suivant ses lignes hélicoïdales; quand la vis arrive à l'extrémité de sa course, on recommence en sens contraire jusqu'à ce que la rondelle *u* vienne frapper le tube *k*: cela indique que les outils sont au maximum d'écartement; on enlève alors la tige *d* et on remplace les burins par des outils plus grands, suivant le diamètre que l'on veut donner au trou : ce diamètre peut aller jusqu'à $0^m.30$. On a soin d'introduire de l'eau dans le trou pour ménager les outils.

M. Trouillet indique, d'après ses expériences, que, lorsqu'on se sert de petits outils, la barre *d* doit donner 20 coups pour un tour de la vis, tandis qu'avec les grands outils, on va jusqu'à 70 coups par tour de la vis. Ce même outil peut servir comme cavateur à rotation dans les pierres tendres.

Les deux outils d'une même paire ont l'un le biseau vertical, et l'autre le biseau horizontal. Un cavateur à percussion pouvant opérer jusqu'à 3 mètres de profondeur pèse 100 kilogr.

Pour faire une cavité de $0^m.30$ de diamètre sur $0^m.50$ de haut, contenant 35 kilogr. de poudre, il faut, dit l'inventeur, 50 heures de travail dans les roches de dureté ordinaire.

Ces outils peuvent travailler sous l'eau; celui qui agit par rotation peut être employé à creuser les métaux et le bois.

L'enlèvement des détritus peut se faire par les moyens ordinaires, ou avec une

curette composée d'une vis d'Archimède dont l'enveloppe cylindrique s'enlève pour la vider lorsqu'elle est amenée au jour.

On a pu voir à l'Exposition des chambres creusées dans différentes roches au moyen de ces cavateurs et composées d'une partie cylindrique terminée par deux calottes sphériques.

Machine a percer des galeries dans les roches, de MM. les capitaines *Beaumont* et *Locock* (Angleterre). (Pl. XXVI.)

La machine de MM. Beaumont et Locock est destinée à percer des galeries de mines ou des tunnels dans le roc en creusant toute la section de la galerie à la fois. Elle est mue par l'air comprimé. Voici en quoi elle consiste et comment elle fonctionne. Un plateau circulaire très-solide en fonte A (pl. XXVI) porte à sa circonférence 50 forets en acier *aa* ; en son centre est fixé un autre foret *b*. Ce plateau limite le diamètre de la galerie que l'on pourra percer; il est porté à l'extrémité d'un arbre creux en fer forgé B de 0m.200 de diamètre extérieur; à cet arbre est fixé un piston qui se meut dans un cylindre C; la course de ce piston est petite, elle n'est que de 0m.200 environ. L'air est distribué aux deux faces du piston par un tiroir D qui reçoit son mouvement au moyen de deux leviers articulés et coudés, commandés par un taquet; ce taquet est porté par un bras M fixé à la tige B du piston. Le tiroir, par suite de la disposition générale de la machine, a une course très-petite, 0m.030 environ; il offre une particularité qui est reproduite dans l'une des figures : c'est qu'il est en quelque sorte double, c'est-à-dire que les épaisseurs du tiroir destinées à masquer les lumières sont percées elles-mêmes d'une lumière, et que la table du tiroir offre une disposition semblable; la course de ce tiroir étant forcément très-petite, on arrive par cette disposition à donner aux lumières, lors de l'échappement une section beaucoup plus considérable que cela ne serait possible avec un tiroir ordinaire; on diminue ainsi la résistance de la contre-pression de l'air non encore échappé; c'est une disposition analogue à celle des soupapes à papillon qui, dans les locomotives, servent à prendre la vapeur pour les cylindres; par un très-petit mouvement angulaire de ces soupapes à papillon, on démasque une grande surface de prise de vapeur. En arrière du bras qui commande le tiroir se trouve, calée sur l'arbre du piston, une roue d'engrenage à dents courbes R ; elle engrène avec une vis sans fin et donne à l'arbre B et, par suite, au plateau A et aux forets qu'il porte, un mouvement de rotation autour de l'axe. En F se trouvent sur l'arbre de la vis sans fin deux secteurs à jantes coniques; chacun de ces secteurs butte contre un ressort et embrasse la gorge conique d'une roue à axe vertical contre laquelle ils frottent ; ils sont destinés à remplacer une roue à rochet et un chien d'arrêt; le bras M, qui commande les leviers coudés du tiroir, communique à l'arrière avec une tringle horizontale qui fait tourner l'un des secteurs coniques et, par suite, la vis sans fin et la roue dentée R; le second secteur, qui est fixe et retenu par un ressort, empêche le mouvement en sens contraire de la roue à gorge conique qui est fixée sur l'axe de la vis sans fin. A son extrémité d'arrière G, l'arbre B du piston est terminé par un plus petit diamètre, de façon à recevoir un petit tube sur le bout duquel s'adapte un tuyau en caoutchouc qui amène de l'eau sous pression; cette eau passe à travers le vide intérieur de l'arbre B, et, par des tuyaux embranchés sur cet arbre, elle est conduite à la circonférence du plateau A pour aller pénétrer dans la rainure creusée par les forets. Des barres H, munies de pas de vis et terminées par des pointes ou des têtes à écrous, servent à caler la machine contre différents points de la paroi cylindrique de la galerie qu'elle perce.

En K se trouve un grand plateau où l'on peut déposer les outils de rechange ou nécessaires à la manœuvre. Les coussinets N reçoivent les roues qui servent à déplacer la machine et à l'amener au point où elle doit travailler. Dans les tunnels ou galeries en percement, cette machine est portée par des roues à boudins, I.

La manœuvre de l'appareil est facile à saisir : une fois la machine amenée devant le front de la galerie à percer, on la cale au moyen des barres H et de coins placés sous les roues. On ouvre alors l'admission de l'air comprimé, en tournant le petit volant *m*. Le piston reçoit un mouvement de va-et-vient qui est transmis directement au plateau et aux 50 forets qu'il porte; en même temps la vis sans fin F transmet à l'arbre B, au plateau A, et par suite aux forets un mouvement de rotation autour de l'axe du piston, de telle façon que les forets font dans la roche une entaille circulaire, en même temps que le foret central perce un trou au milieu du bloc de roche cylindrique isolé. L'air qui a agi dans le piston s'échappe librement dans la galerie par les parois latérales de la boîte à tiroir et sert à l'aérage des travaux. On avance la machine autant qu'il est nécessaire pour produire la rigole circulaire de la profondeur voulue; quand on a creusé la roche sur une profondeur suffisante, on recule la machine, on charge de poudre le trou central, on le fait sauter, et par son explosion il détache tout le cylindre de roche qui a été isolé par les fleurets. On enlève les déblais; on remet alors de nouveau la machine en place contre le front de la galerie, et on recommence l'opération.

Il pourrait arriver que l'on eût quelque difficulté à maintenir droit l'axe de la galerie dans ces différentes reprises successives : pour permettre de mettre toujours de niveau l'axe de l'arbre moteur, les roues à boudins, I, qui supportent la machine sur les rails de la galerie, sont portées par des coussinets excentriques qui peuvent se déplacer au moyen de vis sans fin; en tournant avec une clef les arbres PP qui commandent ces vis sans fin, on peut élever ou abaisser le coussinet de chacune des roues indépendamment et ramener l'axe de l'arbre dans la direction voulue.

Enfin le chariot qui porte l'arbre du piston peut recevoir un mouvement d'avancement au moyen du mécanisme Q qui commande une vis reliée au bâti de la machine; cet avancement peut être donné à la main ou par le mouvement même de l'arbre B, au moyen d'un système de deux secteurs à jantes coniques et d'une roue à jante conique, semblable à celui décrit précédemment; cela permet d'avancer le plateau A d'une certaine quantité sans déplacer la machine; on voit sur l'une des figures qu'à cet effet l'arbre B passe à son extrémité dans un coussinet S qui lui permet de se mouvoir longitudinalement.

Cette machine pèse 10,250 kilog.; elle travaille normalement avec de l'air à deux atmosphères de pression; elle donne alors 250 coups par minute; un réservoir de 3^{m},35 suffit pour emmagasiner l'air nécessaire à sa marche régulière. La machine, telle qu'elle est exposée au Champ de Mars, n'a pas encore été essayée pratiquement. Les premiers essais faits par le capitaine Beaumont, à Dublin, se rapportent à une machine n'offrant pas la même disposition que celle-ci. Cette nouvelle machine est assez volumineuse et d'un poids considérable : il serait possible de réduire les dimensions de quelques-unes des pièces qui la composent en les faisant en acier fondu.

Le principe sur lequel est basé cette machine, c'est qu'il faut percer les galeries ou les tunnels en quelque sorte d'un seul coup et d'une façon entièrement automatique, si bien que, lorque la rigole circulaire aura isolé un bloc de roche, et qu'au moyen du coup de mine central on l'aura fait sauter, les ouvriers n'aient à intervenir dans le travail que pour enlever les déblais; en un mot, la

machine doit faire elle-même tout le travail de l'abattage de la roche. Sans entrer ici dans la discussion théorique de cette question, nous dirons que la solution du problème qui consiste à percer une galerie économiquement au moyen des machines, ne nous semble pas devoir être réalisée ainsi. Il est facile de comprendre que quand on creuse une rigole autour d'un bloc de pierre, et qu'on fait ensuite sauter un trou de mine au centre de ce bloc, on a limité d'avance et d'une façon absolue l'action de la poudre placée dans ce trou central; rien ne prouve que, placé dans un massif de roche intacte, ce trou de mine n'aurait pas fait tomber un bloc plus considérable que le cylindre limité par la machine; cette considération est importante, car la machine ne donnera que rarement le diamètre *définitif* voulu pour la galerie ; de plus, le coup de mine agira sur une surface de roche d'autant plus grande que la dureté de la roche, ses fissures, ses clivages, ou bien encore sa propre direction, s'y prêteront le mieux: or, ce sont là autant de circonstances dont la machine en question ne tient aucun compte, puisqu'elle agit toujours sur un même diamètre et que les forets travaillent dans une direction déterminée d'avance. Il nous semble d'ailleurs que la manière la plus avantageuse d'abattre les roches ne consiste pas à écarter complétement le travail du mineur, mais au contraire à le combiner avec le sautage des trous de mines creusés soit à la main, soit par les perforateurs mécaniques. L'effet des coups de mines ne doit pas, en effet, consister tant à *abattre* la roche qu'à la fendre, à la désagréger, de façon à ce que l'ouvrier, qui devra toujours forcément intervenir dans le travail, au moins pour enlever les déblais, puisse facilement la débiter, l'enlever avec son pic ou sa pelle. C'est une erreur, croyons-nous, de vouloir percer des galeries entièrement à la machine ; en outre, c'est un travail qui ne paraît guère praticable d'une façon courante.

Indépendamment des considérations générales qui précèdent, il importe de faire quelques observations spéciales à la machine de MM. Beaumont et Locock : dans l'absence des résultats d'expériences, nous les présentons sous toute réserve, comme signalant des faits probables.

D'abord, on remarquera que la machine donne des galeries de sections circulaires : or, les tunnels de chemins de fer, en vue de la construction desquels cet appareil a été imaginé, non plus, d'ailleurs, que les galeries de mines, n'ont pas cette section-là; donc, pour en arriver définitivement à la section voulue, il faudra faire, à la main ou à l'aide de perforateurs, des trous destinés par leur sautage à ramener cette forme cylindrique à la forme d'une voûte à section circulaire reliée par des pieds-droits à un sol horizontal ou à toute autre forme que celle du cylindre. D'ailleurs, les tunnels de chemins de fer ont généralement des sections assez considérables, tandis que celles de la machine dont il s'agit sont forcément limitées; pour le percement des tunnels de chemins de fer, il faudra donc faire, au moyen de la machine, souvent un nombre considérable de galeries parallèles pour arriver à la section voulue, ce qui est une grande complication.

En outre, il est à craindre que dans les roches très-dures les fleurets ne mordent pas tous également, et d'ailleurs leur grand nombre (on a vu qu'il y en a 51) augmente les chances de rupture et par suite les causes d'arrêt de la machine. Dans les roches tendres, un inconvénient inverse pourrait se produire : si le bloc cylindrique de roche isolé par les fleurets venait à se détacher, il viendrait appuyer contre les fleurets du bas et pourrait fausser leur direction ; il serait alors nécessaire d'arrêter le travail et de reculer la machine pour dégager ce bloc d'entre les fleurets. On remarquera que la longueur des fleurets est limitée par la résistance qu'ils doivent présenter, quel que soit d'ailleurs le métal qu'on emploie à leur construction ; or, chaque fois que les fleurets auront

pénétré de toute leur longueur, il faudra ramener la machine en arrière, soit pour les changer et en mettre de plus longs, soit pour faire sauter le bloc; or, les changements de fleurets seront longs et assez difficiles, car la machine remplit presque complétement la galerie qu'elle perce, et la profondeur des rainures cylindriques qu'on pourra creuser par ce moyen nous semble devoir être assez courte par rapport aux difficultés de mise en marche de l'appareil.

Enfin le poids considérable de cette machine rendra son transport peu commode sur les routes inclinées ou mal entretenues.

M. Beaumont espère pouvoir bientôt faire travailler à Anzin la machine qui est au Champ de Mars. Nous croyons qu'il n'est que juste d'attendre les résultats de ces essais avant de se prononcer définitivement sur la machine de MM. Beaumont et Locock, l'expérience étant le juge suprême dans de semblables questions.

En terminant l'étude de cette machine, nous signalerons le mode de transmission adopté par les inventeurs pour remplacer les roues à rochets et les chiens d'arrêt qui les manœuvrent habituellement. Les inventeurs, nous l'avons déjà indiqué sommairement, ont remplacé ces roues dentées par deux fractions de disque en forme de secteurs circulaires à jantes coniques saillantes, qui appuient contre la gorge conique d'une poulie intermédiaire fixée à l'arbre que l'on veut faire tourner; l'un des secteurs, animé d'un mouvement de va-et-vient, transmet le mouvement de rotation à la poulie qui commande l'arbre à faire mouvoir; l'autre sert à empêcher le mouvement de retour de la poulie sur elle-même; des ressorts empêchent le mouvement des secteurs en sens contraire. Cette disposition ingénieuse offre le grand avantage de supprimer les rochets à dents; or, dans une machine du genre de celle-ci, cette suppression présente un très-grand intérêt, car les chocs et les vibrations nombreuses qui s'y produisent amèneraient fréquemment la rupture des dents; en outre, dans le cas de résistance accidentelle très-grande de l'arbre de la poulie, les deux secteurs glissent l'un contre l'autre sans inconvénient.

Sautage des coups de mines.

Il nous reste à compléter l'étude des perfectionnements apportés au travail des coups de mines proprement dits; nous avons étudié les machines qui servent à percer les trous; il faut maintenant examiner les différents procédés proposés pour le sautage de ces trous.

Mèches de sûreté. — Le premier perfectionnement à signaler dans cette voie est l'emploi des mèches de sûreté (*safety fusees*). Leur invention est due à M. William Bickford; dès 1833, elles étaient adoptées en Angleterre pour le travail des mines ou des roches à faire sauter, notamment à cette époque au port de Kingstown. Ces mèches de sûreté consistent essentiellement en une corde tressée et goudronnée, contenant dans son axe une traînée de poudre; cette corde est formée de neuf fils de chanvre ou de coton enroulés de gauche à droite en hélices parallèles et jointives autour de la poudre qui en occupe le centre; une deuxième enveloppe extérieure est formée par cinq fils plus fins enroulés de droite à gauche en hélices juxtaposées, mais non jointives. Pour se servir de ces mèches, on les coupe de la longueur voulue, de façon à ce qu'une des extrémités fasse saillie de quelques centimètres hors du trou de mine; l'autre extrémité pénètre dans la charge de poudre qui est enfermée dans une cartouche de papier fort, graissé ou non, ou de toile goudronnée; la mèche se loge le long des parois du trou. Il se comprend que l'on supprime ainsi l'emploi de l'épinglette, qui était une source de danger par suite des chocs qu'elle pou-

vait recevoir du bourroir lors du bourrage du coup de mine; l'emploi d'épinglettes et de bourroirs en cuivre n'a pas supprimé complétement ce danger; de plus, tandis que l'épinglette dans un trou de mine de 0m,03 de diamètre laisse un vide de 0m,01 environ, le canal qui reste après la combustion de la poudre de la mèche est seulement de 0m,001 de diamètre.

Pour bourrer le trou tout autour de la mèche de sûreté il n'y a d'autre précaution à prendre que d'éviter l'introduction dans le bourrage des fragments de roches qui pourraient couper la mèche et lui communiquer le feu; il est facile d'éviter cet inconvénient en triant les débris qui servent à ce bourrage ; on met ensuite le feu à la mèche : elle brûle avec lenteur à raison de 0m,50 par minute environ, dans un trou bourré, ce qui permet à l'ouvrier de se mettre à l'abri de l'explosion; à l'air libre ces mèches brûlent à raison de 1m,25 par minute; elles contiennent de 11 à 12 grammes de poudre par mètre courant.

On comprend de reste l'importance de cette invention, et les grands services qu'elle a rendus depuis près de trente ans dans tous les pays, sont faciles à imaginer. Les avantages de ces mèches se résument en deux points : 1° une plus grande sécurité pour les ouvriers employés au sautage des mines; 2° une économie dans les frais du tirage à la poudre, l'expérience ayant démontré que l'emploi des fusées permet de diminuer le poids de la charge d'un trou de mine donné, tout en réalisant une économie notable sur le temps employé au chargement du trou, et que de plus les coups amorcés avec des mèches ratent moins souvent que ceux amorcés avec l'épinglette.

Nous ne pouvons indiquer ici en détail les produits de ce genre, exposés par les différents fabricants; ils sont d'ailleurs peu variables entre eux comme aspect, et les différences qu'ils peuvent présenter ne sont susceptibles d'être appréciées que dans la pratique. Aussi, sans vouloir en quoi que ce soit diminuer le mérite des autres fabricants, nous ne serons que juste en faisant observer que MM. Bickford, Davey, Chanu et Ce, sont les premiers qui aient fabriqué ces mèches de mineurs inventées par l'un deux, M. William Bickford ; cette fabrication prit, au bout de quelques années, une telle importance que ces industriels durent établir à Rouen, Marseille, Marcinelle près Charleroi, Stockolm et Bilbao, des succursales de leur maison d'Angleterre,

Les mèches de mineurs reçurent bientôt de très-nombreuses applications en dehors des mines : parmi les plus importantes nous citerons les travaux de Kingstown, du tunnel du Lioran, du chemin de fer de la Marne au Rhin, des bassins de Cherbourg, de Brest, des chemins de Paris à Mulhouse, Paris à Lyon, Lyon à Marseille, du Grand Central, du port de Marseille, du Mont Cenis et tout récemment du Trocadéro. Nous ajouterons que ces mèches ont été employées également avec succès comme étoupilles de guerre. En présence d'une telle consécration de la pratique, et en considérant les accidents qui ont été évités par l'emploi de ces mèches de sûreté, le nombre de vies qui ont été préservées, on ne peut qu'encourager le développement de cette utile industrie; c'est ce qui n'a peut-être pas été suffisamment fait jusqu'ici.

Parmi les types principaux que présentent ces mèches de mineurs, nous citerons : celles destinées au tirage des mines dans les terrains secs, dont l'enveloppe extérieure est en coton ordinaire ; les mèches dont l'enveloppe extérieure est goudronnée pour le travail dans les terrains humides et marécageux. Dans les terrains où la proportion d'eau est encore plus considérable, on emploie des fusées avec enveloppe de gutta-percha ; mais comme le prix de cette substance est assez élevé, on a utilisé récemment la paraffine pour en faire l'enveloppe extérieure des mèches hydrofuges; on réalise ainsi une diminution de prix sur les mèches à enveloppe de gutta-percha. On fabrique également des mèches dont

la corde est entourée d'une enveloppe métallique en plomb et qui présentent une grande résistance à l'action du bourrage. Les mèches qui sont destinées à être employées dans des travaux mal aérés sont fabriquées de façon à donner le moins de fumée possible. Ces différents types varient d'ailleurs suivant les établissements qui les fabriquent.

Le prix des mèches de sûreté ordinaires pour terrains secs qui était, il y a vingt-cinq ans, de 0f,11 le mètre courant, est aujourd'hui réduit à 0f,06; c'est, on le voit, une diminution de moitié. Les mèches en gutta-percha valent environ 0f,15 c. le mètre courant.

L'emploi de ces mèches de mineurs permet de mettre le feu simultanément à plusieurs mines au moyen de la bobine d'induction : dans ce cas, on a soin d'introduire dans le centre de la charge de chaque trou une petite cartouche entourée de fil de cuivre recouvert en gutta-percha. Nous avons vu employer ce procédé aux carrières de Frioul, près Marseille, pour extraire la pierre destinée à former les blocs artificiels employés à la construction des jetées du port Napoléon. La cartouche qui reliait les deux extrémités des fils entre lesquels devait se produire l'étincelle contenait du fulminate de mercure : on a fait sauter par ce procédé, en 1860 notamment, deux galeries contenant chacune dix mille kilogrammes de poudre.

Emploi de la poudre comprimée. L'idée de comprimer la poudre pour augmenter les effets qu'elle peut produire sous un poids donné, appartient à MM. Doremus et Budd de New-York qui sont possesseurs d'un brevet relatif à cette invention. C'est M. B. Bianchi qui a fait en France et dans différents pays les premiers essais pour employer la poudre comprimée au tirage des coups de mines.

La compression que l'on fait subir à la poudre a pour effet de rapprocher les grains les uns des autres, de telle sorte que quand le feu est communiqué à cette poudre ainsi comprimée, la combustion est plus complète et l'effort produit par son explosion sur un point donné plus considérable. Il résulte de là qu'on produit un effet donné avec une charge de poudre comprimée notablement plus petite que si l'on employait la poudre de mine ordinaire. La compression est proportionnée à la compacité du terrain qu'il s'agit de faire sauter; la réduction de volume qu'on fait subir à la poudre varie suivant la nature du terrain de 1/3 à 2/5 du volume initial. Les moules dans lesquels on comprime la poudre destinée aux mines lui donnent la forme d'un cylindre de dimensions variables et dans lequel est ménagé, latéralement suivant une génératrice, un petit canal cylindrique qui se prolonge à la base suivant un rayon pour aboutir à un trou suivant l'axe. Ce canal est destiné à loger la mèche de sûreté qui doit communiquer le feu à la charge de poudre comprimée; on a soin de recourber l'extrémité de cette mèche de façon à la faire entrer dans le trou central afin que le feu se transmette au milieu de la charge. On entoure au besoin chaque cylindre de poudre et sa mèche d'une enveloppe de papier un peu fort recouvert de kaolin ou d'un autre silicate qui le préserve de l'action de l'humidité; lorsqu'ils sont recouverts de cette enveloppe, ces cylindres peuvent se transporter très-facilement et sans danger; on a constaté par expérience qu'on peut les placer sur des brins de paille enflammés sans qu'ils prennent feu. Un cylindre de poudre comprimée ayant 0m,15 de long et 0m,03 de diamètre contient 200 grammes de poudre. Quand on veut arriver à un poids exact de poudre, si la cartouche est trop légère, on introduit de petits cylindres de poudre dans le trou central réservé dans la cartouche.

Quand on casse une de ces cartouches de poudre comprimée, on aperçoit très-nettement tous les grains de poudre rapprochés et réunis entre eux par la pou-

dre en poussière, comme par un ciment; la surface extérieure est complétement lisse et unie.

La fabrication de ces cartouches de poudre comprimée n'est pas dangereuse. Elle n'a pas encore été appliquée en France et ne le sera peut-être pas de longtemps, le gouvernement français ayant acheté le brevet pour la France de MM. Dorémus et Budd, et l'adoption de ces cartouches devant avoir pour effet de diminuer considérablement la consommation annuelle de la poudre.

M. Bianchi a fait sur la combustion de la poudre ordinaire des expériences très-intéressantes que nous regrettons de ne pouvoir décrire ici; il en résulte notamment que « pour brûler dans les meilleures conditions et produire le maximum d'effet utile, la poudre doit brûler dans des espaces aussi restreints que possible tout en conservant la forme granulaire qui facilite la circulation de la flamme. » C'est là la justification de l'emploi de la poudre comprimée. M. B. Bianchi a expérimenté l'emploi de cette poudre dans plusieurs pays avec succès. L'application la plus importante a été faite au mont Cenis pour le percement du tunnel des Alpes. On fabrique là, sur place, les cartouches de poudre comprimée par le procédé dont il s'agit ici et on les emploie pour charger tous les coups de mines. Or, l'avancement mensuel des travaux du tunnel qui était auparavant de 42 mètres par mois est arrivé à 72 mètres dans le même temps, depuis l'adoption de cette poudre ; il est bien probable qu'une partie au moins de cet accroissement considérable est due à l'emploi de la poudre comprimée.

Il importe d'ajouter que le prix de fabrication de ces cartouches de poudre comprimée est peu élevé, et qu'en tenant compte de l'économie de poudre que l'on réalise et qui paraît être de 1/5, il y a avantage à les employer.

Les résultats obtenus par la compression de la poudre de guerre sont tout aussi remarquables ; des expériences faites par M. Bianchi, devant une commission spéciale, il est résulté que dans un canon de gros calibre recevant des boulets de 120 kilog., une charge de 3 kilogrammes de poudre comprimée a donné au projectile la même vitesse et la même portée qu'une charge de 7 kilog. de poudre ordinaire.

Ajoutons que la compression de la poudre constitue une découverte récente, et qu'en ce qui concerne les mines spécialement, elle est loin d'avoir reçu tous les perfectionnements dont elle paraît susceptible.

Emploi de la nitroglycérine. C'est M. Nobel, ingénieur suédois, qui a proposé de substituer la nitroglycérine à la poudre dans le travail des mines. Cette substance, dont la formule chimique est $C^6H^5Az^3O^{18}$ est composée de 3 équivalents d'acide azotique et d'un équivalent de glycérine. Elle fait explosion à environ 183° centigrades et donne alors pour un volume de liquide 1298 volumes de gaz à une température beaucoup plus considérable que ceux provenant de l'explosion de la poudre : à volume égal son activité est 13 fois plus grande que celle de la poudre ordinaire, et à poids égal elle est 8 fois plus grande. Il y aurait donc grand avantage à charger un trou d'un volume donné avec ce corps-là de préférence à la poudre ; de plus, comme cette substance est insoluble, elle pourrait être employée aux explosions de mines sous l'eau : elle permet d'ailleurs de supprimer le bourrage du trou ; mais elle constitue un poison énergique et son prix est très-élevé, ce qui empêche son emploi de se vulgariser. Pour lui enlever ses propriétés explosives et faciliter son transport, M. Nobel propose de la mélanger avec de l'esprit de bois : dès lors elle ne fait plus explosion ni par la chaleur ni par les chocs. Pour lui rendre ses propriétés explosives il suffit d'y ajouter de l'eau ; l'esprit de bois mélangé à l'eau surnage, la glycérine se précipite au fond du vase où l'on opère, d'où on la tire facilement.

Des essais ont été faits avec cette substance en Amérique, en Allemagne, en Suède et en Suisse; elle a été aussi employée avec succès dans des carrières de grès vosgien du Bas-Rhin.

M. E. Kopp a décrit (Voir les *Annales du Génie civil*, 5e année, page 561 et suivantes) la préparation et les propriétés de la nitroglycérine; il indique la façon suivante de s'en servir : on creuse un trou de $0^m,06$ de diamètre environ et de 2 mètres à 3 mètres de profondeur; on le déblaie grossièrement et on y verse $1^k,5$ à 2 kilogs de nitroglycérine; on y introduit ensuite une cartouche fixée au bout d'une mèche de mineur; on l'enfonce jusqu'à ce qu'elle touche le liquide; on remplit alors le trou de sable et on met le feu. L'explosion a lieu si subitement qu'on n'a pas besoin de bourrer le sable : il n'est pas jeté hors du trou; le rocher détaché n'est pas projeté et la pierre n'est pas broyée. Avec la charge indiquée ci-dessus on peut détacher de 40 à 80 mètres cubes de roche dure.

L'un des inconvénients de cette substance c'est qu'elle engendre, par son explosion, des gaz qui occasionnent aux ouvriers de violents maux de tête. Son emploi, à part toute autre considération, est donc forcément limité aux travaux très-bien aérés.

MACHINE A COUPER LA HOUILLE ET MOTEUR A PRESSION D'EAU DE *MM. Carrett Marshall et Ce* (Angleterre). (Pl. XXVII.)

La machine à couper la houille de MM. Carret Marshall et Ce agit comme une raboteuse; elle est mue par l'eau employée à la pression de vingt atmosphères. Elle paraît au premier abord très-compliquée, ce qui s'explique par cette considération qu'elle est automatique dans tous ses mouvements. Elle se compose essentiellement d'un cylindre moteur de fonte A, dans lequel se meut le piston dont la tige reçoit à son extrémité la barre M qui porte les couteaux *c*, *c*, *c*; le mouvement de cette barre est guidé par un galet V fixé à une autre barre parallèle à la précédente. La distribution de l'eau se fait dans le cylindre A au moyen d'une combinaison d'un tiroir et d'une valve qui agit comme un robinet à quatre eaux et envoie l'eau alternativement sur chaque face du piston moteur. En relation avec le cylindre A se trouve un autre cylindre en fonte B, dont l'axe est vertical; c'est une véritable presse hydraulique. Le piston de ce cylindre porte une tige à l'extrémité de laquelle est fixé un étai ou béquille de calage C, pouvant tourner autour de son point de suspension. L'eau envoyée alternativement en dessous et au-dessus du piston de ce cylindre B par la même distribution qui commande le cylindre A, appuie la béquille C contre le toit de la galerie où se trouve la machine, la cale sur les rails pour donner aux couteaux *c*, *c*, *c*, le point d'appui nécessaire à leur travail et décale ladite béquille lors de la marche en arrière de la tige M et des couteaux. Cette béquille est assez longue pour franchir les irrégularités que pourrait présenter le toit de la galerie; dans le cas où l'on rencontrerait des failles ou des crevasses on introduit dans cette béquille une poutre en bois suffisamment longue pour s'appuyer sur un toit résistant.

L'ensemble de ces deux pistons et de leurs accessoires, dans le détail desquels nous ne pouvons entrer ici, est supporté par un bâti en fer D, qui peut s'élever ou s'abaisser à la hauteur voulue le long des glissières E, E, qui sont fixées aux essieux du chariot; ce mouvement est donné au moyen des vis sans fin F, F; le pignon G et la crémaillère H permettent de faire varier la direction du cylindre A par rapport à l'axe de la galerie, c'est-à-dire de faire varier l'angle sous lequel les couteaux attaquent le charbon. Les écrous I, I permettent de régler l'inclinaison du porte-couteau M par rapport à la verticale, c'est-à-dire par rapport au front de taille.

Le mouvement du chariot sur les rails de la galerie est dérivé d'un goujon qui relie la barre porte-couteau M à la tige creuse du piston moteur A ; ce goujon est situé en-dessous de la machine (il n'est pas visible dans les figures); il déplace autour de son axe le levier *m n* auquel il est relié par un petit bras; ce levier commande lui-même par l'intermédiaire de chiens d'arrêt *e* et d'un rochet *h* une poulie sur la gorge de laquelle s'enroule une chaîne K amarrée à un point fixe L, établi dans la galerie en avant de la machine, dans le sens où elle doit se mouvoir. Une chaîne *p*, indiquée dans le plan, et reliée au mouvement du porte-couteau, ramène lors de la course en avant le levier *m n* dans la position voulue pour que le goujon le manœuvre lors de la course en arrière du piston.

La machine fonctionne de la manière suivante :

L'ouvrier ouvre le robinet d'admission : l'eau arrive à la valve de distribution; elle agit sous le piston de la presse B; elle applique la béquille C contre le toit de la galerie. Pendant ce temps l'eau arrive aussi derrière le piston du cylindre A et les outils avancent chacun de $0^{m},40$; il y en a, dans le modèle qui nous occupe, 3 à $0^{m},30$ l'un de l'autre; on voit qu'ils donnent un approfondissement total de $1^{m},20$ à chaque course du piston. Quand les outils sont arrivés à l'extrémité de leur course, l'eau pénètre au-dessus du piston de la presse B, et décale la béquille C, tandis que le piston du cylindre A et les outils reviennent en arrière ; le goujon indiqué précédemment fait alors tourner le rochet *h*, la machine tire sur la chaîne K et avance de la quantité voulue pour venir faire une nouvelle entaille. L'eau arrive alors de nouveau en-dessous du piston de la presse B, cale de nouveau la béquille C, pousse les outils en avant et ainsi de suite.

Quand les couteaux rencontrent un obstacle, le tiroir de distribution continue sa course, en sorte que les couteaux reviennent sur eux-mêmes et donnent une série de petits coups. Au besoin on supprime l'obstacle par un coup de mine. Le plan des couteaux peut être rabaissé ou élevé à $1^{m},00$ au-dessus des rails et les dimensions de la machine sont elles-mêmes variables suivant celles des galeries où elle doit travailler. Cette machine peut travailler sur un sol très-incliné, presque à 45° ; on la soutient au besoin par un contre-poids.

Le cylindre A peut tourner entre les roues du chariot de façon à travailler à volonté soit à droite, soit à gauche comme l'indiquent les traits ponctués d'une des figures. La machine peut, d'ailleurs, se démonter facilement pour être transportée d'un point à un autre.

Des renseignements qui nous ont été donnés sur cette machine par M. Louis Perret, ingénieur à Paris de MM. Carrett, Marshall et Cᵉ, il résulte qu'elle absorbe une force de 3 chevaux; en marchant à raison de 15 coups de piston par minute, elle fait par heure un havage de 1 mètre à $1^{m}.20$ de profondeur sur $13^{m}.50$ à 15 mètres d'avancement; l'épaisseur de la houille enlevée par les couteaux est de $0^{m}.075$. Ce travail correspond à une dépense de 135 litres d'eau par minute; cette eau doit être employée à la pression de 20 atmosphères; elle est amenée par des tuyaux en caoutchouc qui résistent très-bien à cette pression. Au delà de 30 atmosphères, on a recours à des tuyaux en fer assemblés par des joints hermétiques à genoux ou à emboîtement; on a soin d'ailleurs d'établir sur la conduite une soupape de décharge pour laisser échapper l'eau, si la pression devenait trop considérable. L'eau qui a agi dans la machine est ramenée au besoin au point de départ par un tuyau. Le poids de cette machine est de 1000 kilogrammes.

Les couteaux sont en acier et peuvent être changés à volonté; ils agissent sans bruit et sans choc, par simple pression ; on évite par là l'éboulement du charbon. Cette machine ne fait pas d'entailles verticales. Quand le havage a été fait

successivement au toit et au mur de la galerie ou de la couche, on agit sur le massif de charbon ainsi isolé sur deux faces sensiblement parallèles, afin qu'il s'affaisse sur le mur de la galerie; on diminue beaucoup par là le déchet; en outre on diminue beaucoup la proportion des menus. L'économie de déchet peut être évaluée à 1/5, et, de plus, le charbon ainsi obtenu a une augmentation de valeur de 1 fr. 25 cent. par tonne.

Cette machine est en service courant à la houillère de Kippax, près Leeds, dans différents charbonnages de l'Écosse, du Northumberland, des comtés

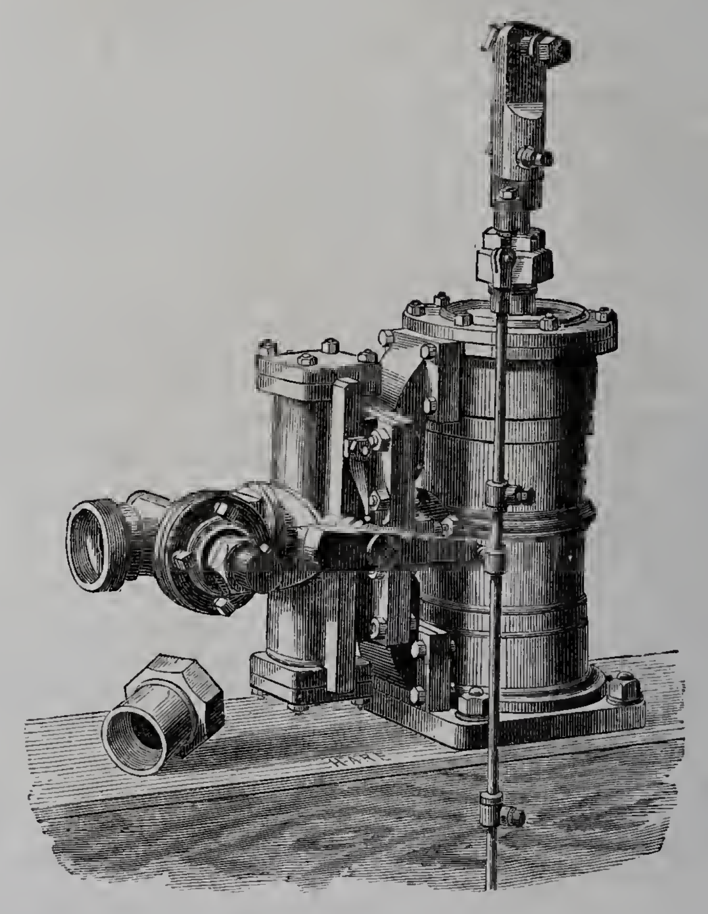


Fig. 2.

d'York et de Stafford, dans les mines de fer du district de Cleveland; elle va être mise en service dans les mines d'anthracite de Pensylvanie et dans les mines de cuivre du Brunswick. A la houillère de Kippax, elle donne journellement 13m.50 d'avancement par heure avec les économies et la plus-value du charbon indiquées plus haut. C'est là qu'elle a été appliquée pour la première fois et que les ouvriers, en la voyant travailler, lui ont donné le surnom de « *the iron man* » (l'homme de fer). Un homme et un gamin suffisent à la conduite de la machine, car on a vu que tous ses mouvements étaient automatiques; le rôle des ouvriers se borne alors à surveiller la distribution et le travail des outils, et à avancer, lorsque cela devient nécessaire, l'appui fixe L, auquel la chaîne qui donne l'avancement est attachée.

L'usage de cette haveuse automatique n'est pas exclusivement borné aux mines de houille; elle peut travailler également dans les mines de fer et de cuivre, comme on vient de le voir, et aussi dans les carrières de pierres à bâtir, d'ardoises, etc., en général dans toutes les roches qui peuvent se tailler au cou-

teau. La seule condition indispensable, en dehors de celle-là, est d'avoir un bon toit, afin que la machine puisse y prendre son point d'appui au moyen de la béquille de calage, sans quoi il faudrait l'agrafer sur les rails, ce qui ralentirait beaucoup le travail, compliquerait le mécanisme et ne serait d'ailleurs possible

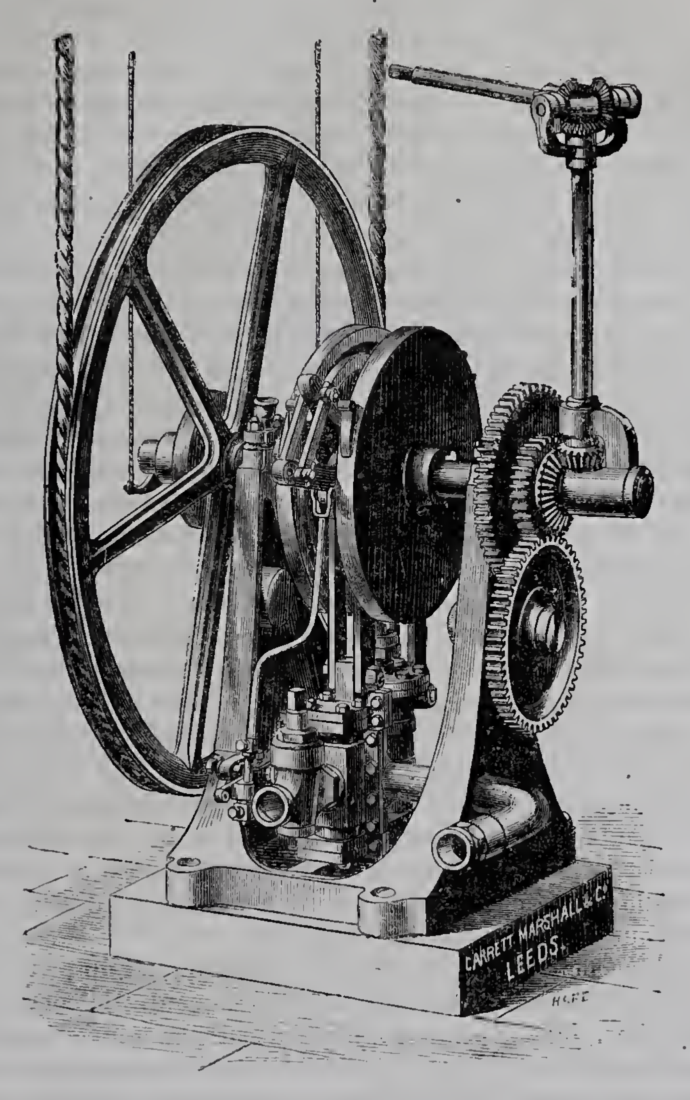


Fig. 3.

que sur des rails exceptionnellement établis. On peut voir à l'exposition des morceaux de houille et de pierre à bâtir, dans lesquels des havages ont été faits par la machine, avec une assez grande régularité.

Nous avons dit que la machine haveuse de MM. Carrett et Marshall, pour travailler dans des conditions normales, absorbait par minute la force de 135 litres d'eau à la pression de 20 atmosphères, soit 8,100 litres d'eau par heure; ces conditions se trouvent réalisées naturellement dans un grand nombre de mines. Dans les mines où la pression n'est pas suffisante, on peut l'augmenter dans la proportion qu'on voudra, au moyen de colonnes montantes surmontées d'un réservoir dans lequel l'eau sera accumulée par un petit moteur spécial, jusqu'à un volume double, triple et quadruple de celui absorbé par la machine haveuse. L'eau qui sort du cylindre de cette machine haveuse peut être envoyée dans une galerie d'écoulement, s'il en existe dans la mine; dans le cas con-

traire, on ferme le circuit des conduites et on la ramène à la bâche de la pompe de compression d'où elle est prise et renvoyée dans le cylindre de la haveuse; c'est alors la même eau qui sert toujours. On peut satisfaire à ces différents besoins des travaux des mines où l'on emploie la haveuse de MM. Carrett et Marshall, au moyen d'un petit moteur à pression d'eau imaginé par les mêmes constructeurs. Ce moteur se compose essentiellement d'un cylindre vertical en bronze dans lequel se meut un piston. La tige du piston porte un bras qui commande une barre verticale; sur cette barre sont deux taquets qu'on peut y fixer à la hauteur voulue. Entre les deux taquets, la barre passe dans un manchon que porte l'arbre qui commande la valve de distribution; la distribution est analogue à celle de la machine haveuse. Le moteur, dans ces conditions, est alternatif (Voir la figure 2, page 52).

Pour le rendre rotatif, il suffit d'y ajouter un volant, un arbre, une manivelle et une bielle en dessus reliée à la tige du piston. Le moteur rotatif représenté figure 3 (page 53) a été construit pour l'Exposition, et la disposition adoptée pour transformer le mouvement du piston a eu pour but de rendre la machine aussi peu volumineuse que possible, et surtout de diminuer sa hauteur afin de ne pas masquer les autres appareils exposés. Dans ce modèle, la tige du piston porte, suivant deux génératrices diamétralement opposées, deux crémaillères; ces crémaillères commandent des leviers à secteurs placés entre les deux disques que l'on voit dans la figure; ces disques portent chacun et à la même distance de l'arbre une rainure circulaire où s'engagent des coins mobiles reliés aux secteurs et qui ne peuvent se mouvoir que dans un sens : l'un fonctionne à la montée, l'autre à la descente du piston, pour faire tourner l'arbre du volant. Une tige courbée reliée à l'un des secteurs règle l'admission. Les axes de rotation de ces deux secteurs sont portés par des tringles fixées contre le cylindre moteur. Dans le moteur représenté figure 3 et destiné aux travaux souterrains, on aperçoit autour de la jante évidée du volant la corde qui commande les treuils; la corde plus petite, qui est fixée aux deux petites manivelles calées sur l'arbre du volant, sert à commander d'en haut le mouvement de la machine. On a ajouté là comme accessoire un engrenage destiné à accélérer le mouvement de rotation, à transmettre le mouvement dans toutes les directions et à montrer à quels usages la machine se prête.

Cette machine, dont le piston a $0^m,050$ de diamètre, est du prix de 1100 francs environ; elle est ordinairement fort simplifiée, quant à la construction, et revient moins cher. Elle dépense 55 litres d'eau par minute, soit $3^{m3}.300$ par heure. Sous 25 mètres de chute, elle donne la force d'un homme, soit 1/6 d'un cheval; elle peut, dans ces conditions, mettre en mouvement, par exemple, 25 machines à coudre. A 20 atmosphères et à 50 tours, elle fait 3 chevaux.

Les mêmes constructeurs font des machines de ce type ayant jusqu'à $0^m.178$ de diamètre du cylindre moteur.

Le modèle à mouvement alternatif peut être appliqué à actionner, directement et sans volant, des pompes, des accumulateurs, des soufflets d'orgues, des forges, des scies pour le bois ou la pierre, etc. On peut rendre le mouvement de ce moteur alternatif différentiel, en créant, au moyen d'un robinet convenable, un retard à l'échappement de l'eau qui a agi sur l'une des faces du piston.

L'autre type, le moteur rotatif, peut recevoir toutes les applications dont sont susceptibles les moteurs rotatifs: il offre l'avantage d'être compact, simple et d'un prix assez modéré; aussi un grand nombre de ces machines ont-elles été déjà construites.

Dans les mines, ce moteur peut profiter de la pression d'eau installée pour faire marcher soit un plan incliné, soit des pompes, soit un ventilateur ou

d'autres appareils. C'est à ce point de vue qu'il peut être considéré comme un auxiliaire utile de la machine haveuse.

MACHINE A COUPER LA HOUILLE ET MOTEUR A AIR COMPRIMÉ
de *MM. Jones et Levick* (Angleterre). (Pl. XXVIII).

La machine à couper la houille de MM. Jones et Levick constitue en réalité un véritable pic de mineur mis en mouvement par l'air comprimé ; elle peut être mue également par la vapeur. (Pl. XXVIII, fig. 1, 2, 3.)

Cette machine se compose d'un cylindre A dans lequel se meut un piston B; à ce piston est fixée, par une de ses extrémités, une bielle C qui commande par un bras D l'arbre E auquel est fixé le pic *a*; cet arbre E est maintenu par des tourillons F, F dans l'intérieur desquels il peut tourner; ces tourillons sont fixés au cylindre G muni d'une roue dentée; ce cylindre peut tourner librement dans deux colliers I, I fixés au chariot qui porte le cylindre A ; on peut, au moyen de la manivelle à volant *m* et du pignon *n* qu'elle commande, transmettre au cylindre G un mouvement de rotation autour de son axe, et par suite placer l'arbre E et le pic lui-même dans telle position où l'on voudra le faire travailler. L'arbre E et par suite le pic lui-même sont maintenus dans la position voulue par une broche qui traverse un des trous dont la roue *m* est percée, ce qui permet de la fixer à volonté. Le mouvement est transmis au piston B par le moyen du tiroir H ; ce tiroir est conduit par le piston de la façon suivante : la tige C du piston est creuse ; dans cette partie creuse pénètre une tige M plus petite, portant à chaque extrémité un taquet; entre ces deux taquets une pièce de fonte ou de laiton cylindro-conique P, est enfilée sur cette tige le long de laquelle elle peut glisser sans frottement ; la tige M à son extrémité libre est reliée à l'un des deux bras d'un levier ayant un point fixe O, et dont l'autre bras commande la tige N du tiroir. Une poignée S permet de manœuvrer le tiroir à la main.

Cette disposition nouvelle qui consiste à évider la tige du piston et à y loger cette pièce de bronze ou de fonte mobile sur la tige intérieure M, a pour effet de rendre le mouvement du piston automatique et de faire commander ce mouvement par le pic lui-même. Quand le piston se meut dans la direction indiquée par la flèche, la pièce P est entraînée avec lui ; si le piston complète sa course, cette pièce P, en vertu de sa vitesse acquise, vient butter contre le taquet qui termine à l'avant la tige M et fait alors mouvoir le levier N et le tiroir H pour l'admission en sens inverse concurremment avec le piston lui-même. Le tiroir se déplaçant, l'air comprimé arrivera à l'avant du piston et le fera rétrograder ; le taquet d'avant de la tige M entraînera alors la pièce P et le piston lui-même en arrivant à l'extrémité de sa course en arrière buttera contre le collier que porte la tige M et déplacera le tiroir ; les mêmes effets se produiront ainsi à chaque course du piston. Si le piston, par suite de résistances accidentelles que le pic peut rencontrer dans la houille, ne parcourt pas sa course complète dans un sens ou dans l'autre, la pièce P continue sa course et vient, en vertu de sa vitesse acquise, butter contre un des taquets de la tige M et déplace le tiroir pour l'admission en sens inverse. Cette disposition fort simple et récemment introduite dans la machine a pour but de la rendre automatique. Quand la machine fonctionne on entend très-distinctement, à chaque course du piston, un petit coup sec ; c'est précisément le mouvement de la pièce P qui se manifeste par ce bruit ; précédemment l'ouvrier déterminait au moyen d'une pédale les mouvements du tiroir.

L'ensemble de cette machine est porté sur un charriot muni de quatre roues à boudins ; ce charriot se prolonge en arrière en une plate-forme en fonte T, des-

tinée à recevoir l'ouvrier qui conduit la machine ; cette plate-forme est soutenue à l'arrière par une autre paire de roues. Une manivelle à volant R commande un système de roues d'engrenage coniques V, W, qui fait mouvoir la machine le long des rails de la galerie.

La manœuvre de cette machine est facile à concevoir : l'ouvrier accroupi sur la plate-forme T, tourne la roue *m* de façon à amener le pic dans la direction où il veut le faire travailler; il ouvre alors le robinet d'admission de l'air comprimé et manœuvre à la main le levier S, jusqu'à ce que, l'admission ayant lieu, le piston se mette en mouvement ; à partir de ce moment il n'a plus qu'à donner à la machine au moyen de la roue R le mouvement d'avancement, suivant le travail du pic; l'air au sortir du cylindre s'échappe librement dans la galerie.

Les résultats donnés par cette machine ont été les suivants : à la houillère dite High Royd, dans un charbon très-dur et dans une galerie où les rails étaient en mauvais état, la machine a fait en moyenne, en une heure, une entaille de $8^m,20$ à $9^m,15$ de long sur $0^m,90$ à $1^m,00$ de profondeur, y compris les temps d'arrêt; le sillon creusé par le pic a $0^m,050$ d'épaisseur au front de taille et $0^m,037$ au fond : il va en se rétrécissant. Le travail précédemment indiqué a été fait sous une pression de 2 à 2 1/2 atmosphères, le pic donnant 70 à 80 coups par minute. On voit que dans un poste de 10 heures la machine ferait une longueur de 81^m90 à $91^m,40$ d'entaille toujours sur une profondeur de $0^m,90$, qui est celle du travail normal du pic et en enlevant une épaisseur de charbon qui varie de $0^m,050$ à $0^m,037$; dans un même temps et dans la même mine, un ouvrier mineur ne faisait que $3^m,60$ à $4^m,50$ d'entaille.

Dans une mine (Oaks colliery) de charbon moins dur que le précédent et sur des rails solidement établis, la machine de MM. Jones et Levick a donné les résultats suivants : elle a fait par heure, le pic travaillant toujours sur la même profondeur et enlevant la même épaisseur de houille, elle a fait $12^m,80$ à $13^m,70$ d'entaille en frappant 60 à 70 coups par minute et avec de l'air comprimé à une pression de 2 1/2 atmosphères. En prenant le rapport des chiffres indiqués ci-dessus on voit que la machine fait près de 20 fois plus de travail que le mineur, c'est-à-dire que l'ouvrier qui conduit une semblable machine accomplit le travail que 20 mineurs feraient avec leurs bras.

Il importe de faire cette remarque que les machines à couper la houille diminuent beaucoup le déchet de charbon, car le mineur est obligé d'en enlever une bien plus grande épaisseur, par suite même de la manière dont il travaille.

La machine de MM. Jones et Levick peut travailler, on l'a vu, dans toutes les directions voulues, c'est-à-dire qu'après avoir fait des havages suivant l'inclinaison de la galerie, elle peut faire des entailles verticales pour isoler complétement sur cinq faces le bloc de houille à abattre. Cette machine fonctionne dans plusieurs mines en Angleterre; elle va être introduite dans les charbonnages d'Anzin; elle travaille également dans des minerais de fer ; en général elle peut être appliquée à l'abattage de toute roche susceptible d'être entamée par le pic.

Des expériences faites sur ces machines pendant leur travail ont établi qu'elles absorbaient par minute $9^{m3},276$ d'air à la pression de $2^{at},10$; elles donnaient alors 98 coups par minute, ce qui représente une dépense d'air correspondant à la force de 3 chevaux.

Pour fournir à ces machines l'air nécessaire à leur marche MM. Jones et Levick ont construit une machine à comprimer l'air d'une grande simplicité (pl. XXVIII, fig. 4). Le cylindre à vapeur A et la pompe à air B sont fixés horizontalement sur le même bâti et en prolongement l'un de l'autre; les pistons C, D, de ces deux cylindres, sont fixés sur la même tige E; aux deux extrémités du cylindre B sont placées les soupapes M qui prennent l'air dans l'atmosphère et les soupa-

pes N qui envoient l'air comprimé dans le tuyau P; de ce tuyau l'air se rend soit dans un réservoir, soit directement dans les machines à couper la houille. Ces soupapes sont en fonte et reposent par leurs bords sur des rondelles de caoutchouc. Le cylindre B est muni d'une double enveloppe F, F, dans laquelle on tient de l'eau ; cette eau a pour effet d'empêcher l'échauffement du cylindre B et de l'air qu'il renferme ; on sait, en effet, que la température de l'air augmente proportionnellement à la pression, à mesure qu'on le comprime.

La distribution de la vapeur a lieu de la façon suivante : une tige H H' pénètre à travers des boîtes à étoupes dans le fond de chacun des cylindres A, B, et fait toujours saillie soit dans l'un soit dans l'autre de ces cylindres; elle est reliée à un levier G muni d'une poignée *g* qui a son point fixe en O ; un taquet que porte ce levier s'engage dans la coulisse qui termine la tige R du tiroir; entre le tiroir et le levier G, se trouve un petit cylindre à vapeur S, dont la distribution est commandée par la barre I articulée au levier G. Le tiroir de ce petit cylindre S a une avance sur celui du grand cylindre A. L'autre extrémité de la tige R porte deux taquets J, J', qui limitent la course du tiroir en venant butter alternativement à chaque course contre la pièce K garnie de rondelles de caoutchouc. Un levier placé dans la boîte L soutient le tiroir et diminue le frottement qu'il exerce contre sa table.

Quand on veut faire marcher la machine, on appuie dans un sens ou dans l'autre sur la manivelle du levier G; alors, en considérant la machine dans la position indiquée par la fig. 4, le piston C en arrivant à l'extrémité de sa course viendra butter contre l'extrémité H de la tige H H'; le levier G tournera autour du point O, et par l'intermédiaire du bouton et de la coulisse qui termine la tige, R, il déplacera le tiroir à vapeur. Le piston du petit cylindre S a pour effet d'éviter le choc des grands pistons contre les têtes de la tige H H' et de commander le déplacement du tiroir du grand cylindre ; c'est pour cela qu'il a une légère avance sur ce dernier ; dans le cas où le piston du cylindre S manquerait de déplacer le tiroir du grand cylindre, le bouton du levier G venant butter contre le fond de la coulisse de la tige R, commande directement le tiroir et le met dans une position telle que la machine s'arrête immédiatement. Il résulte de là que dans la marche normale de la machine c'est le cylindre S qui commande la distribution, et que le bouton du levier G ne doit jamais venir butter contre le fond de la coulisse de la tige R; on évite par cette disposition de transmettre directement au tiroir les chocs exercés par les pistons C et D contre les têtes de la tige H H'.

Il n'y a rien de particulier à dire de la pompe à air B : elle fonctionne comme toutes les machines de ce genre. L'air comprimé est transmis aux machines à couper la houille par des tubes de caoutchouc : pour traverser les puits on peut employer des tubes métalliques avec joints hermétiques.

La machine à comprimer l'air de MM. Jones et Levick est, on le voit, d'une extrême simplicité; elle est peu pesante et son prix est relativement peu élevé; sa manœuvre est facile, et son entretien, dans ces conditions, ne saurait être coûteux.

Émile SOULIÉ,
Ingénieur civil, ancien Élève de l'École des mines.

LES ANIMAUX DOMESTIQUES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

Par M. **Eug. GAYOT**,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

III

IV. — **Le Mehari** (Planche XXIX).

En 1862, la France était visitée par plusieurs chefs noirs de la puissante tribu des Touareg. Leur déplacement en Europe, leur séjour à Paris avaient pour objectif un but commercial, un intérêt international. Chaque chose a son temps. A l'époque que je rappelle, toutes les idées, toutes les aspirations étaient aux traités de commerce, à la nécessité d'étendre et de multiplier les échanges entre les nations. Là étaient les moyens de civilisation et de pacification universelles. « Les peuples sont frères.... » Il ne reste plus qu'à faire de cet axiome consolant une vérité pratique. Nos économistes officiels et les économistes officieux, qui n'ont à leur jour ni moins d'influence ni plus d'autorité, firent bon accueil à nos nouveaux amis. Il fut donc sérieusement question entre ceux-ci et ceux-là de nouer des relations susceptibles de s'étendre un peu plus tard à d'autres peuplades de l'Afrique dont on peut soupçonner l'existence, auxquels on peut supposer aussi des besoins, mais pour le quart d'heure complétement inconnues.

Seul Dieu n'a point eu de commencement et n'aura pas de fin. Grâce à cette exception qui confirme simplement la règle, on dit sentencieusement et sans trop se compromettre : il y a commencement à tout. Nous en étions donc à cette phase première, à ces préliminaires indispensables, et nous leur prêtions. ont assuré les gens les mieux informés, plus de sérieuse attention que nous n'en mettons d'ordinaire aux choses qui nous intéressent le plus. Cela parut être un bon présage.... Cependant (il a bien l'air d'en avoir été ainsi), autant en emporta le vent. Nos pourparlers sont oubliés; toutes promesses d'avenir se sont évanouies. Si elles s'étaient réalisées, nous aurions sûrement fait connaissance avec un mode de transport qui n'est point à notre usage, mais qui tient lieu à d'autres des voies de terre et de fer, honneur et richesse de la civilisation moderne.

Dans ses moyens, la navigation du désert est plus restreinte. Elle a pour instruments le dromadaire de race qui transporte l'homme, et le dromadaire de bât, plus spécialement préposé au transport des marchandises. Celui-ci a cessé de nous être étranger depuis que nous possédons l'Algérie; l'autre ne nous est plus ou moins connu que depuis 1862, époque à laquelle Saïd-Pacha en a donné deux à notre muséum d'histoire naturelle. En ce moment, il y en a quatre à l'Exposition du Champ de Mars. Ils y sont fort dépaysés, je crois, se plaisent



LE MEHARI.

IMP. BOURDIER. Eugene LACROIX, Directeur, 15, quai Malaquais.

peu parmi nous qui ne leur faisons pas grande fête, et seraient sûrement charmés de retourner en leur pays. Ils nous ont été envoyés d'Égypte et d'Afrique. Il faut faire avec ces pauvres bêtes plus ample connaissance.

Les mauvais plaisants, des insulteurs publics, ont créé, par assimilation, des espèces fictives, imaginaires. Je me trouve ici en face d'espèces réelles appartenant au genre chameau dans lequel se trouvent classés les dromadaires et leur proche voisin, le bactrian ou chameau à deux bosses; l'autre n'en a qu'une et a pris le nom de chameau arabe.

Tandis que les dromadaires se multipliaient sous l'influence de la domesticité, le bactrian devenait de plus en plus rare, car on n'en voit plus guère que dans les caravanes qui s'organisent en Mésopotamie et en Perse.

Il en a été des dromadaires comme de tous les animaux que l'homme s'est appropriés : il n'est pas resté un, partout le même. Des variétés ont surgi suivant les milieux, les soins, le bon usage, les diverses influences. Il en résulte deux grandes divisions que rapprochent ou relient entre elles les intermédiaires : le *djemel* ou dromadaire de bât, et le dromadaire de selle ou de course dont quatre spécimens promènent chaque jour leurs ennuis autour du Palais du Champ de Mars. Celui-ci a nom le *mehari* ou mahari, au pluriel *mahara*, et au féminin *maharia*. Ces distinctions répondent à celles de l'espèce chevaline, où nous avons les races légères dont le type est le cheval arabe de premier sang, et les races de trait massives et corpulentes dont notre race boulonnaise est la plus haute expression.

Seul le mehari est représenté; il m'occupera plus ici que l'autre.

Le mehari appartient spécialement à la région comprise entre le Sahara et l'intérieur de l'Afrique où il ne paraît même pas qu'il soit très-nombreux, car il ne vit ni dans la partie montagneuse du pays des nègres, ni dans la zône septentrionale. La meilleure race, assure-t-on, se trouve chez les Touareg noirs qui l'ont faite à leur image. Comme son maître donc, le mehari est de taille relativement élevée; il est anguleux dans ses formes, dans sa structure; il a la fibre sèche et rigide, l'os fin, dense, lourd; il est agile, sobre et adroit. Les deux natures, les deux organisations se sont appropriées au milieu dans lequel elles se trouvent. C'est la loi commune. Jetés tous deux, maître et serviteur, j'aurais pu dire esclave, dans des dunes immenses de sable, obligés de les parcourir dans tous les sens pour se procurer une maigre nourriture, exposés aux ardentes rafales du simoun, ils sont doués d'une grande force de résistance contre les causes de destruction qui les entourent et sans cesse les menacent.

On ne parle du mehari ni avec moins d'enthousiasme ni avec moins d'admiration que du plus noble cheval d'Arabie. La tradition ne lui fait pas défaut; elle en raconte des merveilles. Dans les deux espèces, c'est la même pureté du sang et les mêmes attentions minutieuses pour la conserver, pour la faire passer héréditairement des ancêtres aux derniers-nés.

Le mehari est plus élevé et moins corsé que le djemel; sa tête est plus petite et plus fine; ses grands yeux sont pleins de douceur et d'intelligence; jamais sa lèvre inférieure n'est pendante et molle comme chez le dromadaire de bât; son encolure est plus longue et beaucoup plus légère; sa bosse est moins volumineuse; ses extrémités sont larges et tendineuses, ce que le vulgaire appellerait nerveuses; son pied est petit, bien conformé; son pelage fauve est d'une extrême finesse; il a les crins courts et soyeux. Ce sont les traits et les caractères d'une race de haut lignage. Les Arabes disent : le mehari est au djemel ce que le noble est au vilain.

Il en existe une variété à poil ras, particulière au pays des nègres, au royaume d'Haoussa, au Kachessa, qu'on dit excellente et très-sobre, mais qui ne s'accli-

mate pas là où les nuits sont fraîches, les rosées abondantes, les variations de température brusques et accentuées. Elle redoute beaucoup toutes les causes de refroidissement et ne résiste pas à leurs effets.

Jusqu'ici on n'emploie pas, que je sache, le mehari dans nos possessions algériennes. On y cultive le djemel, au contraire, sur une certaine échelle, car la seule province d'Oran en possède plus de 60,000. Le non-usage du premier tient simplement à ce qu'il est moins approprié aux circonstances économiques, à ce que les influences locales ne lui sont pas favorables et l'y exposent fréquemment à des maladies qui deviennent aisément mortelles. Sa nature, énergique et résistante en d'autres circonstances et en d'autres lieux, le rend apte aux longs voyages dans l'intérieur de l'Afrique. Là est son utilité spéciale, très-grande. Adapté de longue main à ce milieu, il y vit bien et y accomplit, mieux qu'un autre, une tâche qui est véritablement sienne. Le cheval boulonnais ne remplacerait pas avec avantage le cheval barbe, et réciproquement. Le cheval de pur sang anglais ne brillerait pas non plus au timon de nos omnibus, mais nos puissants et solides limoniers feraient triste figure sur les hippodromes de New-Market ou de Chantilly. Donc à chacun sa forme, ses aptitudes, sa destination, sa véritable place.

On sait aujourd'hui, *grosso modo* au moins, par quelle série de travaux passent les chevaux de course avant d'affronter la lutte contre leurs pareils. Les pratiques si minutieuses de l'entraînement ont été pendant longtemps, parmi nous, un thème fécond donnant prise incessante à la critique, aux discussions les plus véhémentes. La préparation aux courses publiques était si loin de nos idées, si étrangère à nos façons, à nos us et coutumes hippiques, que nous ne pouvions nous y faire, que nous en prenions pitié et colère tour à tour. Nous n'aimions pas cette importation britannique; on s'en est bien moqué chez nous. La vérité est que l'entraînement n'est point une invention anglaise, mais un traitement rationnel très anciennement appliqué par les Arabes au coursier du désert qu'il rendait et plus rapide et plus résistant. En prenant aux Arabes leur cheval de pur-sang, nos voisins leur ont pris aussi leurs méthodes d'élevage et d'entretien. Seulement ils ont fini par les exagérer, et alors sont nés des abus qui ruinent prématurément le cheval. Les abus sont d'imagination anglaise. Nous avons eu le tort de les emprunter au grand complet. Disons-le bien haut, nous n'avons point ici fait la chose à demi.

Quoi qu'il en soit, les procédés arabes n'y sont pour rien. Toutefois, ce n'est pas au cheval seul, pour le rendre capable d'efforts plus rudes et plus soutenus, qu'ils appliquent un entraînement rationnel, ils y soumettent aussi les mahara qui sont, au même titre que le cheval, des animaux de voyage au long cours, des moteurs spéciaux pour de très-lointaines et rapides excursions.

Ce n'est pas une mince affaire que l'éducation du mehari. On y emploie une année entière; elle absorbe tous les moments du chamelier expérimenté à qui on en confie le soin. Mathieu de Dombasle disait ironiquement et sérieusement à la fois : « L'éducation d'un cheval de course coûte autant que celle d'un fils de famille. » Qu'eût-il dit des minutieuses attentions systématiquement accordées, des longs jours consacrés à l'éducation primaire et supérieure, exclusivement professionnelle du chameau? Pourtant il n'y a rien à rabattre : on n'apprend rien au mehari qu'il ne doive savoir, et il ne remplit bien sa destination, il n'a toute son utilité que lorsque son éducation est achevée. Quoique très-doux, patient, soumis et intelligent, il est moins heureusement doué que beaucoup de nos docteurs ; il n'a pas la science infuse. Il l'acquiert peu à peu, par le travail, mais ceci même lui impose un pénible apprentissage.

Il faut qu'au gré du conducteur, à son commandement, il sache s'accroupir,

se relever, se mettre en marche, s'arrêter, rester accroupi à la même place pendant plusieurs jours, le tout par principes, comme nous disons en France, et non capricieusement ou quand le cœur lui en dit. Emporté dans une course vive, il faut que, sur un mot, sur un geste, il ralentisse son allure, qu'il s'arrête court, qu'il s'accroupisse instantanément, sans jeter une plainte, cri rauque qui éventerait un coup de main et trahirait le maître en faisant manquer une razzia. Il faut qu'il se relève promptement, qu'il reparte comme un trait, qu'il tourne et vire dans tous les sens, sans hésiter jamais, à la moindre sollicitation. La voix du maître lui est connue; il doit distinguer et comprendre, dans les différentes inflexions qu'elle lui apporte, l'intention qui les a dictées. Il sait accélérer l'allure quand son cavalier jette le sabre ou la lance en avant, afin que l'arme puisse être opportunément ressaisie et ne tombe point. Tandis qu'il se précipite à fond de train, dans toute l'extension de sa vitesse, le maître plante-t-il brusquement sa lance dans le sable, sans autre avertissement, l'intelligent animal se met à tourner autour de l'arme au long manche jusqu'à ce qu'elle ait pu être relevée, puis il reprend sa course, tout aussi rapide qu'avant, dans la direction précédente. Le cavalier qui combat sur son dos peut tomber blessé, alors il s'arrête et demeure près du malheureux jusqu'à ce qu'il ne donne plus signe de vie.... Les légendes en content bien d'autres.

Le mehari est beaucoup plus sobre que le djemel. La tradition, qui l'est moins que ce dernier, prétend que le dromadaire de course peut marcher nuit et jour, pendant trois fois vingt-quatre heures, sans boire ni manger, et parcourir ainsi une distance de 600 kilomètres.

Je ne me porte pas précisément garant du fait. La tradition vient de loin et a beau mentir; se contentant peu de la vérité, elle lui nuit au lieu de se mettre simplement à son service et de forcer à lui rendre hommage. Ce n'est pas ce qui arrive lorsqu'elle affirme ceci, par exemple : les mahara d'élite ou les plus précieux arrivent à un tel degré de vitesse et de résistance qu'ils peuvent parcourir jusqu'à 400 kilom. en un jour! Me renfermant en des limites plus rationnelles et plus acceptables, m'appuyant sur des assertions plus exactes ou plus consciencieuses, j'inspirerai à bon droit plus de confiance en disant : les mahara ne sont tous ni d'égale force ni de vitesse égale. Il en est de moins bons et de meilleurs, mais à ceux-ci on n'impose jamais plus de quatre étapes dans un jour. Si, pour sauver sa vie, le cavalier est contraint d'exiger plus, il est rare que l'animal ne succombe pas à la suite. Au minimum, l'étape mesure 40 kilomètres.

En somme, le mehari le plus énergique et le plus résistant peut parcourir, exceptionnellement, jusqu'à 240 kilomètres en un jour, et, assure-t-on, 400 kilomètres en quarante-huit heures, sans boire ni manger. Ce n'est déjà pas trop mal. Le djemel est loin de pouvoir autant. Il est vrai que celui-ci porte plus et que, construit à cette fin, il n'a plus ni la structure, ni la puissance respiratoire du dromadaire de course.

La sobriété proverbiale du dromadaire est moins étendue pourtant qu'on ne le croit déraisonnablement. L'abstinence des solides ne peut être poussée, sans résultat nuisible, au delà de deux ou trois jours, sans cessation du travail, et la privation absolue d'eau, dans les mêmes conditions, ne saurait se prolonger beaucoup plus. Pendant qu'ils consomment des nourritures vertes, herbacées, les dromadaires — djemel ou mehari — peuvent se passer de boire indéfiniment sans que la santé en éprouve aucune atteinte regrettable. Il n'en est plus ainsi lorsqu'ils vivent d'aliments secs. Au surplus, autre chose est la sobriété naturelle, physiologique, autre chose la sobriété forcée, anormale. La première ne nuit pas; l'autre altère profondément les sources de la vie. Le dromadaire

auquel on ne trouve rien à donner supporte la faim et la soif dans les limites de sa nature, tout comme l'homme et les autres animaux, mais il perd bientôt et graduellement ses forces musculaires, puis, ce qui est autrement grave, ses forces vitales. Il est très-ordinaire, en effet, de voir périr assez vite, sans soulagement possible, les animaux que des circonstances fortuites ont réduits pendant un laps de temps plus ou moins long à la privation complète d'aliments solides et de boissons.

Les mahara exposés au Champ de Mars ne sont pas à coup sûr des meilleurs; les deux envoyés d'Égypte m'ont paru de moindre valeur que les deux venus de l'Algérie et qui sont de plus petite taille. Je me hâte d'ajouter néanmoins que, dans notre milieu, ces animaux perdent beaucoup de leur apparence et sont réellement très-amoindris dans leurs mérites. On a voulu donner un petit témoignage d'intérêt à cette petite exposition et l'on a chargé un membre du jury de classer les animaux qui la composent. Celui-ci n'a pas trouvé d'autre moyen de se tirer d'affaire que de leur imposer une épreuve, que de les faire courir ensemble. Leur situation est tellement modifiée par le déplacement que les pauvres bêtes, trop vivement incitées, ont fait défaut au désir, aux espérances des chameliers. L'une d'elles même, se sentant tout à fait impuissante à la course, s'est spirituellement couchée. Celle qu'on a tout d'abord la moins violemment attaquée et poussée a montré plus de bon vouloir que d'énergie et a fourni de son mieux l'épreuve infligée.

Cela veut dire que les animaux doivent être laissés dans le milieu qui leur est propre, et que ceux que l'on enlève à leur destination spéciale, cessant d'être à leur place, n'ont plus qu'une utilité affaiblie, ne sont plus qu'une valeur détournée.

Or, cela même est un enseignement. Est-ce que le cheval barbe, dont on nous raconte avec tant d'enthousiasme les prouesses, en a jamais donné la moindre idée dans notre pays? Sans grande valeur chez nous, mais incomparables chez eux, tels sont les descendants actuels des anciens chevaux numides. Il en est ainsi, dans toute les espèces, du plus grand nombre des races. Il était bon de rappeler au passage une loi qu'il faut savoir respecter dans les limites qu'elle impose au pouvoir de l'homme et aux spéculations de l'élevage.

Ne trouvant aucun emploi chez nous, les dromadaires y sont dépaysés, déplacés, absolument inutiles; ils ne se plaisent point au milieu de nous où ils n'ont aucune raison d'être.

EUG. GAYOT.

(*La suite des* Études *sur les Animaux domestiques à un prochain fascicule.*)

XVIII

LES HABITATIONS OUVRIÈRES

(Classe 93, Groupe X)

Par M. le Comte **A. FOUCHER DE CAREIL.**

(Planche XXX, XXXI et XXXII.)

II

Si le groupe de maisons du boulevard Labourdonnaye nous paraît manquer aux conditions essentielles d'une bonne habitation ouvrière, celui de l'avenue Daumesnil nous satisfait davantage.

Lorsqu'on se dirige vers le bois de Vincennes par l'avenue Daumesnil qui part de la place de la Bastille, longe les hauts murs de cette autre Bastille qui s'appelle Mazas et aboutit à l'une des avenues du bois de Vincennes, on découvre sur un plateau suffisamment élevé et qui se déploie en vue du bois et dans un air pur, un terrain de forme triangulaire, assez semblable à ce que dans l'ancienne Rome on appelait une île (*insula*) et qui se couvre comme à vue d'œil de jolis cottages pour familles peu aisées.

Nous exhortons vivement les Parisiens de loisir, et les visiteurs de l'Exposition universelle à faire cette promenade à l'avenue Daumesnil. L'aspect de la planche XXX peut leur donner l'idée du mouvement et de l'animation qui règnent encore sur la chaussée. C'est le bon moment pour juger cette sorte d'entreprises. Ils verront à la lettre *couler* des maisons dans un moule. Ce spectacle vaut, à lui seul, le déplacement.

Ajoutez que les entrepreneurs sont : MM. Shepard et Edward Newton, représentants d'une compagnie anglaise, et que l'architecte n'est autre que l'empereur Napoléon. L'empereur a sérieusement étudié, pendant son séjour à Londres, la question des logements d'ouvriers. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il se soit constitué l'architecte de la cité Daumesnil. C'est du moins d'après ses plans que les ingénieurs exécutent ces constructions.

J'ai dit et j'ai à dire encore assez de mal des maisons anglaises dans le cours de cette étude pour pouvoir leur donner un éloge, lorsque je le crois mérité. Je ne saurais beaucoup approuver, malgré de louables et persévérants efforts, attestés par la série des 23 rapports annuels que j'ai là sur ma table [1] les modèles

1. Le dernier compte se solde par 108,925 liv. sterl. de recettes, c'est-à-dire 2,723,125 f. Le compte de capital est de 122,079 10 livres sterl. Le compte de revenu de 4,438 15. Le dividende de 3 1/2 p. 100. Le tableau des propriétés de la compagnie préparé pour l'Exposition universelle, comprend le compte des charges et dépenses de toutes sortes, avec le profit net des immeubles d'Albert-Street (60 familles freehold); d'Albert-Cottages (33 familles freehold); d'Albion Buildings (20 familles, 4 ateliers freehold); d'Alexandra-Cottages (36 familles, id.); d'Ingestre-Buildings (60 familles, id.); de Nelson-Square (108 fa-

de maisons exposées par la *Métropolitan association*, soit au point de vue de la forme qui est souvent bizare, soit pour les aménagements intérieurs qui sont souvent manqués. Je ne saurais faire même une exception ponr la compagnie (*Improved industrial dwellings*, C. J.) dont M. Allen est le gérant et MM. Beck et Lee l'architecte et le surveillant, et je suis forcé de reconnaître que leur maison en brique à cinq étages, avec escalier à jour et paliers en terrasses pour chaque étage double ou même triple en profondeur, divisée en plusieurs corps de logis, couverte de toits à l'italienne avec ses huit fenêtres de façade, avec ses escaliers à jour en spirales donnant accès sur des terrasses couvertes, mais non fermées, avec un double corridor sur chaque palier, très-aéré, trop aéré même pour le pays, et finissant par un corps de logis semi-circulaire en retraite qui ressemble assez à la quille d'un grand navire, est une importation italienne sous le ciel ténébreux de Londres qui ne manque pas d'une certaine hardiesse mais donne lieu aux plus fortes présomptions d'insuccès par la communauté des paliers donnant sur ces escaliers à jour, source éternelle de querelles et de procès entre les cohabitants d'un même étage, et par la fréquence des rhumes qu'une maison ainsi ouverte à toutes les intempéries du ciel de Londres ne saurait éviter de faire pleuvoir sur ses infortunés locataires. Mais si je ne ménage pas mes critiques à l'ensemble de l'exposition anglaise, il serait souverainement injuste de comprendre dans ces critiques l'œuvre que MM. Shepard et Newton ont acquise à l'avenue Daumesnil, sous le patronage et la direction de l'empereur, pour loger les ouvriers de Paris. Cet essai très-intéressant nous paraît tout à fait digne d'être encouragé.

Certes, je ne veux pas dire de mal de la maison de M. Stanislas Ferrand, mais au point de vue de la nouveauté et de la hardiesse du système, je préfère infiniment M. Newton. Cet entrepreneur emploie un système tout à la fois très-économique et d'une solidité à toute épreuve. Il construit en béton. Ce béton est fait avec du sable et des cailloux liés par du ciment de Portland. Le système m'a paru très-ingénieux et les moyens d'exécution très-rapides. On coule le béton dans des moules en bois, boulonnés pour l'assemblage des pièces et d'un calibre uniforme (Voir Pl. XXX). Le beton prend aussitôt une consistance très-grande, et rend, lorsqu'il est employé, des sons presque métalliques. Le chef d'atelier me disait qu'il avait fait sur la solidité de ce mortier les expériences les plus concluantes.

Si j'insiste sur la rapidité de l'exécution, c'est que le temps des ouvriers vaut de l'argent comme le savent fort bien nos voisins, et qu'il est impossible de construire à bon marché, à moins de construire dans le moins de temps possible. Or les travaux de l'avenue Daumesnil, qui comprennent une quarantaine de maisons, commencés le 10 mars, bien que gênés par des pluies continuelles et par l'inexpérience des ouvriers français dont il a fallu faire l'éducation, très-abrégée d'ailleurs par l'intelligence hors ligne des deux ou trois ouvriers conducteurs, seront complétement achevés en septembre, c'est-à-dire que ces maisons sont terminées aujourd'hui, sauf quelques distributions et travaux d'aménagement intérieur (Pl. XXXI). C'est là un résultat pratique dont il faut tenir le plus grand compte.

Le *Moniteur* nous a appris récemment que l'empereur, désireux de faire profiter les associations pour la réforme des logements, de ses propres découvertes, avait fait don à une société coopérative des maisons de l'avenue Daumesnil. Nous

milles leasehold); de Queen's-Place (10 familles, id.); de Victoria-Cottages (36 familles, freehold); Albert-Chambers (234 hommes seuls, id.); de Soho-Chambers (128 hommes seuls leasehold); sans compter le district de Ramsgate qui ne rapporte que 2 p. 100.

les décrirons rapidement. Nous donnons ici l'élévation d'une de ces maisons et le plan de celle qui lui est contiguë ; nous avons pensé que ces deux figures aideront beaucoup à l'intelligence de la description.

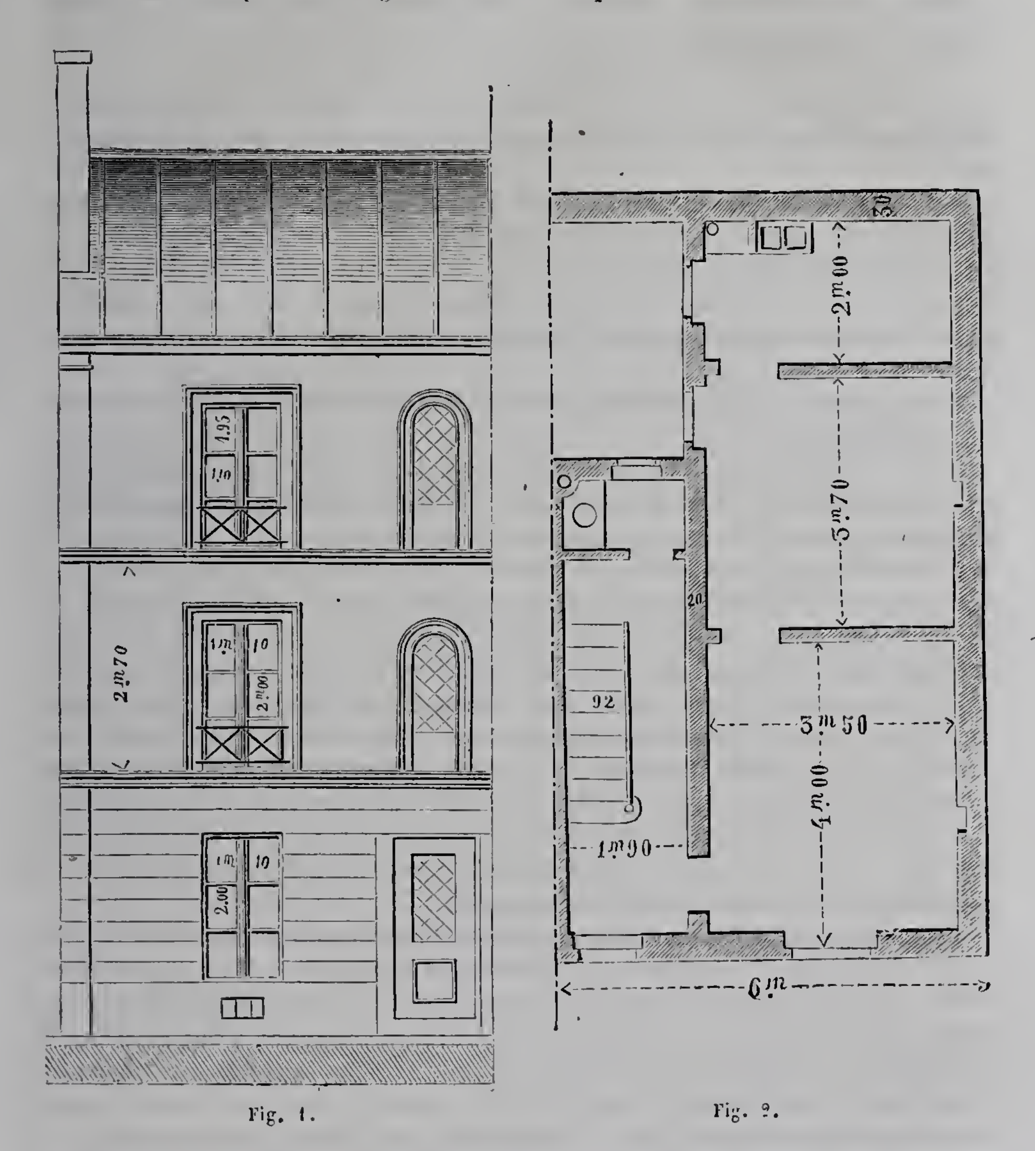


Fig. 1. Fig. 2.

L'îlot principal est composé de 28 maisons, quatre par quatre, qui forment un rectangle de 10m,62, reliées et éclairées par une cour intérieure, séparées en deux par une différence de niveau et un mur de 2m,50.

Chaque maison a 6 mètres de façade environ, édifiée sur cave en béton, entourée d'un égout également en béton. Les murs ont 25 centimètres d'épaisseur.

L'îlot principal est précédé d'un autre corps de bâtiments composé de six maisons, adossées à un grand mur. Ce corps entièrement terminé est celui qui nous a permis de juger des dispositions intérieures.

Les neuf autres corps de maisons sur l'avenue étaient presque terminés, lorsque je les ai visités. On travaillait activement aux neuf corps donnant sur la cour, qui devaient compléter le pâté des 28 maisons.

Les toits sont en ardoises, les revêtements des murs en plâtre.

Les cours intérieures m'ont beaucoup occupé. Chaque maison a une porte et trois fenêtres donnant sur cette cour.

Chaque maison jouit d'un escalier séparé et est élevée de deux étages sur rez-de-chaussée avec caves. Total trois familles par habitation.

Chaque appartement est composé de deux pièces et une cuisine. Il y a trois appartements par maison.

Il y a des water-closets à chaque étage.

La façade blanche avec des persiennes vertes est riante. La porte d'entrée à laquelle on arrive en montant une marche en béton, est en bois et ouvragée en fer.

Il y a des cheminées en marbre et des planchers partout. La cage de l'escalier est en bois de sapin. Les rampes d'escalier sont en fer avec appui en bois.

La pièce principale a $4^{m},30$ à 5 mètres : la hauteur d'étage est de $2^{m},70$, les fenêtres de 2 mètres de haut sur $1^{m},10$ de large. Les marches d'escalier ont $0^{m},92$.

Les fenêtres sont carrées, mais l'escalier prend jour par des lucarnes en fonte, cintrées.

L'eau monte dans les cuisines, pas dans les lieux qui sont en pierre grise, système Doulton.

Dans ce système de cottages, chaque locataire est seul sur son palier. C'est là une mesure d'ordre qu'on ne saurait trop louer. Ce qui manque le plus dans les habitations collectives occupées par une foule d'ouvriers, c'est le sentiment de la responsabilité. Le moyen de l'éveiller et de le développer, c'est de donner à l'ouvrier et à la famille de l'ouvrier un domaine propre dont il soit tenu de garantir le bon ordre et la propreté. A Paris, la maison isolée pour une seule famille est dans la plupart des cas impossible. Nous approuvons donc beaucoup la maison Daumesnil qui nous paraît établir une transition naturelle entre la maison à plusieurs étages et à nombreux locataires, et l'habitation isolée pour une seule famille. Ici il y a deux étages élevés sur rez-de-chaussée, très-confortables, très-propres, bien éclairés, et bien aérés. C'est une bonne proportion. Trois familles d'ouvriers honnêtes peuvent occuper une maison, s'y plaire et y prospérer, à la condition d'avoir un nombre d'enfants assez restreint. De petits rentiers, des employés peuvent aussi habiter ces logements.

Est-ce à dire que les maisons de l'avenue Daumesnil ne donnent lieu à aucune critique ? Non, assurément. D'abord elles reviennent à six mille francs environ : ce qui est un peu cher. On aurait pu éviter certaines dépenses que j'appelle de luxe comme les ravalements en plâtre, le fer ouvragé des lucarnes, les cheminées en marbre, etc. Il ne faut pas, pour se donner le plaisir des contrevents verts sur une façade d'une entière blancheur, exiger de l'ouvrier un plus grand sacrifice pour son loyer. Le conducteur des travaux nous indiquait avec une parfaite sincérité deux points sur lesquels il croyait possible de réaliser d'importantes économies. C'est d'abord l'épaisseur des murs de 25 centimètres qui, vu la solidité du béton, pourrait, d'après lui, être réduite de moitié. C'est ensuite la possibilité de ne faire qu'un escalier par groupe de deux maisons, ce qui ferait gagner du terrain et supprimerait une dépense assez importante.

En quittant l'avenue Daumesnil, dirigeons-nous vers Clichy-la-Garenne, traversons le chemin de fer, franchissons le mur d'octroi et celui des fortifications et tournons dans la première rue à droite. Arrêtons-nous dans cette rue d'assez pauvre apparence devant le n° 14. Cette porte donne accès dans la cité de madame Jouffroy-Renault, rue des Cailloux. (Pl. XXXII, fig. 1 et 2.)

Le terrain de la rue des Cailloux est un parallélogramme de cent mètres de profondeur sur vingt mètres de largeur. Il est clos et entouré de murs. Deux rangs de maisons adossées au mur de clôture et mitoyennes entre elles l'occupent dans toute la partie déjà construite. Ces maisons s'ouvrent sur un petit jardinet, entouré d'un treillage en bois qui les sépare de la rue commune.

La rue ou plutôt l'avenue sur laquelle tous ces jardins ont accès est spacieuse : elle est macadamisée. (Pl. XXXII, fig. 1.)

Après la dixième maison, la dernière du premier groupe, on trouve un espace vide et dans le renfoncement à gauche un puits assez profond qui donne de l'eau à toutes les habitations de la cité.

A partir du point central, commence le second groupe, puis un terrain vague propre à bâtir et sur lequel madame Jouffroy-Renault, encouragée par son succès [1], doit construire de nouvelles maisons.

Fidèle à notre méthode, nous décrirons une maison de chacun des quatre types adoptés, qui peuvent toutefois, dans la pratique, se réduire à deux.

Le premier type comporte un rez-de-chaussée, un premier, des fosses et un grenier. Il n'est pas sur caves. Il est un peu petit.

Le second type, composé d'un rez-de-chaussée élevé sur caves, une grande pièce et une cuisine, un premier composé de deux chambres d'inégale grandeur, l'une à feu, auxquelles conduit un escalier en bois dans la cage duquel se trouve un réduit, est plus grand et plus commode. C'est à celui-là que nous donnons de beaucoup la préférence.

Ces maisons sont bien construites : les murs en moellon et mortier de chaux de 40 centimètres d'épaisseur ; la couverture est en tuile de Bourgogne. La salle a 3m,07 sur 4m,30, la chambre à coucher 3 mètres sur 2m,72.

Lorsque je visitai la cité Jouffroy-Renault, c'était le dimanche 23 juin, je fus agréablement surpris par l'aspect rustique de ces maisons et la tournure paisible des habitants. La plupart cultivaient leur petit jardin. Tous avaient bon air ; l'attrait de la propriété, la concorde, l'économie, la propreté leur composent une physionomie sereine. La concierge à qui je demandais s'il y avait des querelles entre voisins me répondit : Non, monsieur, *chacun est chez soi.* La cité possède parmi ses habitants mêmes les éléments commerciaux les plus indispensables : épicerie, laiterie, fruiterie, etc.

Les conditions de l'affaire sont les suivantes :

Le terrain qui contient 5,504m, 41 a coûté 9 francs le mètre. Il y a été édifié jusqu'ici 36 maisons de quatre types différents, dont voici la contenance superficielle :

Type 1	34 mètres	62
— 2	42 —	67
— 2 *bis*	45 —	24
— 3	46 —	75
— 4	48 —	75

Voici les prix afférents à ces divers types :

No 1	4,000
No 2	4,800
No 2 *bis*	4,900
Nos 3 et 4	5,500

Les frais d'actes sont compris dans ce chiffre. Celui de 5,500 est celui des 20 dernières maisons construites sur caves.

Madame Jouffroy-Renault qui n'a pas voulu faire une affaire, mais qui n'a pas voulu non plus faire une école, a voulu, comme à Mulhouse, que les locataires de ses maisons pussent en devenir propriétaires en quinze ans. Ils se libèrent en 180 payements partiels et payent l'intérêt à 5 pour 100. C'est la même combinaison que pour les cités ouvrières du Haut-Rhin.

1. Madame Jouffroy-Renault a remporté le prix de la classe 95.

Voilà donc enfin ce que nous cherchions vainement au Champ de Mars, parce que cela ne pouvait s'y trouver. Une cité ouvrière véritable où chacun est chez soi, et où tous sont réunis, où chaque famille, quoique séparée, fait partie de la grande famille, où chacun est attaché à l'immeuble qu'il habite par l'attrait de la propriété, à la culture par l'attrait du petit jardin. Ici rien ne dépasse la condition vraie de l'ouvrier : rien ne ressemble à un Eldorado ni à un phalanstère, à un paradis terrestre ou au familistère de Guise. C'est la vie réelle avec un air rustique qui ne déplaît pas dans cette ville de moellons et dans cette plaine aride de Clichy-la-Garenne. Sans doute, ce n'est encore qu'un premier pas et si l'on veut, un timide essai dans la voie du progrès. Mais cette réserve prudente ne nous déplaît pas au début, et nous croyons pouvoir affirmer qu'il est difficile de mieux faire dans notre état actuel de civilisation pour réunir les conditions d'hygiène au bon marché, et les convenances du locataire-propriétaire avec celles d'une opération raisonnable qui ne doit pas enrichir, mais qui ne doit pas non plus ruiner celui qui l'entreprend. Qu'on ne se trompe pas en effet. Nous sommes à une époque de transition pour l'ouvrier comme pour les autres membres de la cité. Le type de la vie moderne pour la famille de l'ouvrier n'est pas encore trouvé. On cherche, mais on ne peut pas se vanter d'avoir encore résolu le problème. Autrefois, c'était plus commode : ce type de vie fermée de toutes parts par les barrières et les murs d'une société où tout était réglé comme dans une citadelle ou dans un cloître, où l'homme, l'ouvrier enfin, emprisonné dans sa tour cherchait comme le prisonnier de Chillon quelque fente dans ce mur élevé et crénelé, par où il se fît un peu de jour dans sa vie, et n'avait d'échappée que du côté du ciel, — ce type est brisé, et brisé pour toujours depuis la révolution. Ni instruction, ni lumière, telle paraissait être pour l'ouvrier la devise d'une société sans entrailles, pour les plus nombreux de ses enfants. Aujourd'hui, nous sommes en train de développer les conséquences pratiques d'une époque qui a pour toujours renversé ces barrières qui paraissaient infranchissables. L'ouvrier, l'homme moderne a des aspirations, des sentiments, des idées, inconnues de ses pères. Nous sommes en voie d'accomplir en ce genre l'admirable parole de Gœthe mourant : « Plus de lumière ! toujours plus de lumière ! »

Foucher de Careil.

(*Les Habitations rurales à un prochain fascicule*.

XXVII

INSTRUMENTS ET MACHINES A CALCULER[1]

PAR M. **MICHEL ROUS**
Capitaine d'artillerie.

I

PRÉLIMINAIRES.

Les calculs qui constituent la plus usuelle et la plus indispensable application des sciences exactes sont encore la plus pénible, malgré tant d'inventions admirables qui ont simplifié les méthodes. Ils exigent, dit Blaise Pascal, *des efforts d'attention et de mémoire qui fatiguent l'esprit en peu de temps*, et cela est sans aucun profit pour lui; car il faut ne point penser à autre chose, et l'intelligence qui n'est pourtant ni occupée, ni exercée, est réduite à une dure contrainte. L'imagination, l'ardeur et l'activité de l'esprit, la plupart des qualités qui font la valeur des hommes, sont inutiles, souvent nuisibles dans cette besogne de routine. Calculer, c'est toujours répéter les mêmes opérations. Ce travail, scientifique par les raisonnements qui en ont formulé les règles, devient purement machinal dans la pratique.

Ajoutez que les preuves des opérations sont longues, laborieuses et ne garantissent pas toujours l'exactitude des résultats. Les erreurs se multiplient dans le calcul de tête, dans le travail du copiste et dans celui de l'imprimeur.

Aussi de nombreux efforts ont concouru à appliquer plus facilement les mathématiques aux usages de la vie, sans qu'on ait à se préoccuper de toutes les transformations que prescrivent les règles. Il en est résulté un grand nombre de moyens technologiques, empruntés à des considérations très-diverses. On peut les diviser en 3 classes :

1° Les instruments qui fournissent des résultats partiels et laissent plus ou moins à faire à l'intelligence;

2° Les machines à calculer qui effectuent automatiquement les calculs et peuvent donner les résultats totaux des opérations;

3° Les procédés d'approximation généralement graphiques. Ils s'appliquent au moyen de constructions géométriques, effectuées directement, mais plus avantageusement à l'aide d'instruments ou de machines.

On trouve à l'Exposition universelle des appareils à calculer, appartenant à ces trois divisions principales de la technologie du calcul; on peut aussi y étudier des méthodes et des instruments destinés à faciliter l'enseignement élémen-

1. Cet article contient des fragments qui seront reproduits dans un ouvrage devant paraître prochainement à la librairie scientifique industrielle E. Lacroix : *Études de technologie mathématique*, par Michel Rous, capitaine d'artillerie.

taire de l'arithmétique. J'appellerai l'attention sur cette application, qui, sans être née d'hier, se présente sous des formes nouvelles et paraît destinée à prendre un grand développement.

Avant de décrire les instruments et les machines à calculer qui sont à l'Exposition, je ferai rapidement l'histoire des nombreuses inventions destinées à simplifier et à faciliter les calculs. On sera plus disposé à s'intéresser aux travaux exposés, lorsqu'on pourra se rendre compte des efforts trop oubliés d'inventeurs nombreux qui ont poursuivi jusqu'à ce jour la solution du problème du calcul par des procédés techniques.

1° Instruments.

L'*Arithmotechnie* ou technologie des nombres est aussi ancienne que la nécessité d'évaluer les quantités. Longtemps avant de concevoir les idées abstraites et d'imaginer les méthodes théoriques de calcul, les sociétés primitives ont usé de procédés manuels, qui ont servi plus tard à diriger les raisonnements et à poser des règles. Les premiers hommes ont compté sur leurs doigts, puis avec des cailloux ou des coquillages. Cette méthode, encore seule en usage chez beaucoup de peuplades, était appliquée par les Grecs et les Romains au moyen de cailloux ou de jetons qu'on plaçait sur une table divisée en colonnes verticales, qu'on nommait *abax* en grec et *abacus* en latin; elle s'est continuée, en particulier en France, jusqu'au dix-septième siècle, et nous l'employons encore dans les marques de certains jeux.

Les *quipos* ou cordes à nœuds, dont les Péruviens se sont servis pour exprimer les nombres jusqu'au septième siècle de notre ère; le *souan-pan* chinois, l'*abacus* des Romains, le *stchoté* des Russes peuvent être considérés comme le perfectionnement de la méthode des jetons.

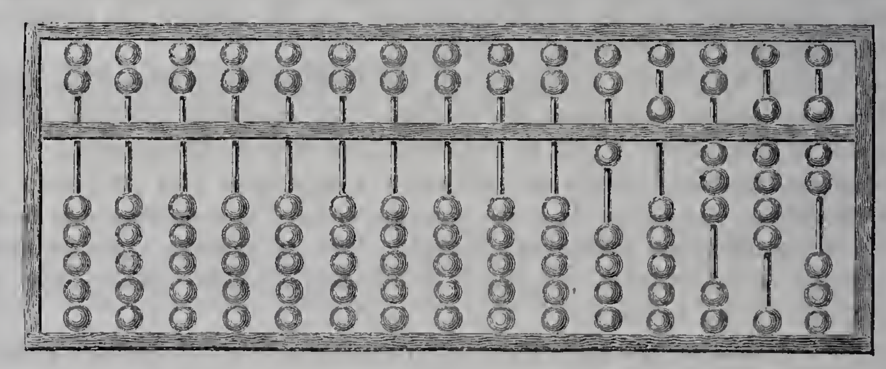


Fig. 1.

Le *souan-pan* (fig. 1) remonte à la plus haute antiquité. Il consiste en un cadre sur lequel sont fixés des fils ou des tiges parallèles qui portent des boules mobiles. Perpendiculairement à la direction des lignes de boules, une traverse partage l'espace intérieur en deux parties inégales. Chaque rangée de boules en compte 2 au-dessus de cette division et 5 au-dessous. A la rigueur, il suffirait de 1 boule dans la partie supérieure et de 4 dans le grand compartiment. Les boules placées dans ce dernier emplacement au-dessous de la division, quand on se sert de l'instrument, valent 1, celles de la partie supérieure valent chacune 5. A partir de la droite, la première rangée représente les unités, la deuxième les dizaines, etc. Quand l'instrument est au repos, les boules sont placées contre les bords supérieur et inférieur du cadre. On les amène contre

la division intérieure pour inscrire les nombres. Ainsi, les boules étant placées comme l'indique la figure 1, expriment le nombre 15,397.

Les Chinois et les Japonais exécutent toutes les opérations à l'aide du *souan-pan*, avec une prestesse et une exactitude remarquables. Ils effectuent l'addition et la soustraction en commençant par les chiffres de l'ordre le plus élevé. Pour la multiplication et la division, ils suivent le même ordre que les Européens.

Les Romains se servaient d'un instrument analogue au *souan-pan*, mais ayant des rangées qui variaient pour le nombre des boules, afin de permettre les calculs de certaines fractions des poids et mesures.

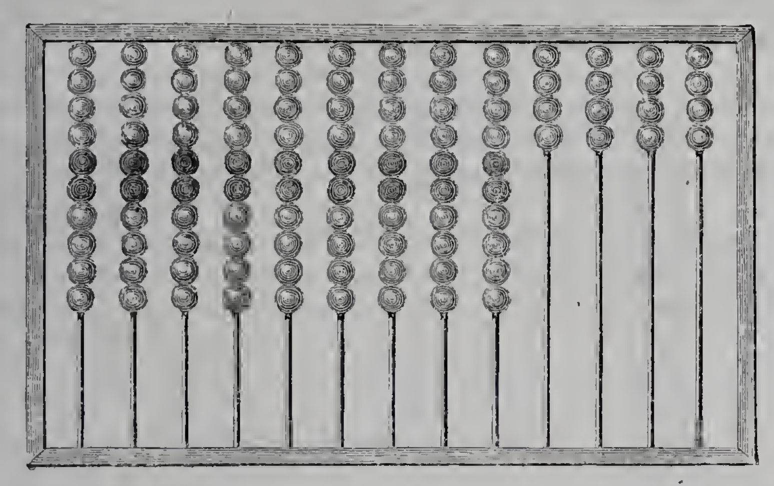


Fig. 2.

Les Russes emploient le *stchoté* (fig. 2) qui est exposé dans le pavillon central, avec les poids et mesures de Russie. C'est comme le *souan-pan*, dont il dérive, un système de rangées de boules mobiles, qui représentent chacune une espèce d'unités; seulement le nombre des boules n'est plus le même, toutes celles d'une même tringle ont la même valeur, et il n'y a plus de traverse qui divise l'espace intérieur en 2 parties. Les deux boules du milieu, dans chaque colonne de 10, sont teintées en noir, ce qui permet de compter plus facilement le nombre des boules. Les boules placées comme dans la figure 2 marquent 0; pour exprimer les nombres, on les amène contre le bord inférieur du cadre.

Pour se servir du *souan-pan* ou du *stchoté*, il faut les tenir à peu près horizontalement.

L'emploi des tables ou tableaux constitue un procédé technique, car on utilise un calcul fait d'avance pour réduire en tout ou en partie certaines opérations à un simple travail de recherche. On doit distinguer : 1° les *tables* à caractère scientifique donnant des séries de nombres qui servent à faciliter les calculs; 2° les *tableaux de comptes faits*, ou Barêmes; 3° les *tableaux mobiles* construits de façon à faire trouver plus rapidement ce que l'on cherche, soit à l'aide de pièces qu'on promène sur le tableau, soit au moyen de combinaisons mécaniques, qui font que le tableau lui-même se déplace pour présenter à l'opérateur les nombres dont il a besoin. Le cadre de ce travail ne nous permet pas de citer les nombreux instruments de cette espèce, dont plusieurs sont pourtant intéressants et utiles.

Mais la classe d'instruments la plus remarquable est celle qui est fondée sur la mobilisation des colonnes de la table de multiplication ou de Pythagore, comme l'a imaginée Néper. L'illustre inventeur des logarithmes décrit, dans

sa *Rhabdologie*, publiée en 1617, cette méthode qui est connue généralement sous le nom de *bâtons de Néper*.

La figure 3 représente un bâton de Néper, dont la face supérieure porte en tête 3 ; on voit qu'elle est partagée en 9 carrés, plus 2 espaces vides aux extrémités; le 2[e] carré porte 6, double de 3; le 3[e], 9, triple de 3, et ainsi de suite, jusqu'au 9[e], où se trouve le produit de 3 par 9. Chacun de ces carrés est partagé en 2 triangles au moyen d'une diagonale qui part de l'angle inférieur gauche. Le nombre qui est en tête et les multiples qui n'ont qu'un seul chiffre sont inscrits dans le triangle de droite, et les dizaines dans le triangle de gauche. Le chiffre qu'on écrit en tête, dans le 1[er] carré, représente zéro, ou l'un des nombres simples de 1 à 9. On comprend que les faces qui ont zéro en tête doivent avoir aussi zéro dans tous les autres carrés.

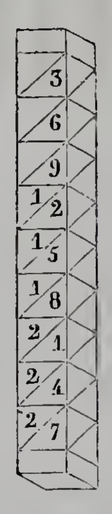


Fig. 3.



Fig. 4.

La séparation des unités et des dizaines avec des diagonales, les colonnes de la table de multiplication rendues mobiles et complétées par des bandes de zéros, telles sont les idées fondamentales de la méthode népérienne.

Prenez 3 bâtons, qui portent en tête sur l'une de leurs faces 1, 9 et 2; juxtaposez-les comme dans la figure 4; on lira sur la première ligne 192, sur la deuxième $384 = 192 \times 2$, *à la condition d'ajouter en lisant les chiffres compris entre les mêmes diagonales*. Cette obligation est loin d'être aussi pénible qu'on pourrait le croire au premier abord; un très-court exercice permet de la remplir aisément.

La facilité que donnent les bâtons de Néper, pour former rapidement les 9 multiples simples d'un nombre est utilisée avantageusement pour la multiplication et pour la division, ainsi que pour les extractions de racines. Pour ces dernières opérations, il faut ajouter au système des bâtons une plaque, qui a l'une de ses faces graduées pour les carrés, l'autre pour les cubes.

Néper a aussi imaginé un instrument plus compliqué de pièces, mais fort complet pour le cas général de la multiplication; il le nomme *Promptuarium*.

La Rhabdologie a été l'objet de nombreuses études. Nous citerons les principaux travailleurs qui l'ont successivement modifiée : Gaspard Schott (1668); Petit (1671); Grillet (1673); Jacques Leupold (1727); Roussain (1738); M. Hélie (1839); M. Benoît, M. le docteur Roth, M. Chauvin (1849); M. Barnett (de Birmingham, 1847); M. Dubois (1860); M. Philippe Benoist (1861 et 1862).

A cette longue liste je dois ajouter ceux qui ont voulu appliquer l'idée de

Néper au moyen de disques plans mobiles : Samuel Moreland (1673); Michaël Poetius (1728); Prahl (1789); Gruson (1790), etc.

Toutes ces modifications ont eu pour but de remédier à la mobilité et à l'indépendance des bâtons qui peuvent se déranger pendant une opération ; d'éviter la perte de temps qu'entraîne à chaque instant la recherche d'un bâton déterminé.

La meilleure, souvent reproduite depuis, est celle qu'a imaginée Gaspard Schott, et qui fut publiée, en 1668, dans ses œuvres posthumes. Elle consiste à employer des cylindres parallèles, fixés dans une boîte et susceptibles de tourner autour de leur axe; chaque cylindre porte une bande de zéros et une table complète de Pythagore, dans laquelle les unités sont séparées des dizaines par une diagonale, comme dans les bâtons de Néper. Il n'y a plus de recherches à faire, puisque chaque cylindre porte un système complet de tables.

D'autres dispositions d'instruments faits plus récemment par M. le docteur Roth, par M. Barnett, de Birmingham, et par l'auteur de cet article, ont eu pour objet de faciliter l'emploi de la méthode népérienne, en effectuant automatiquement le report des dizaines.

On peut citer d'autres instruments différents : la roue arithmétique de Glover (1699); une additionneuse, par Case, en 1720; celle de M. Lagrous, à cercles concentriques (1828); l'instrument de M. Lapeyre (1840); le *crible arithmétique* de M. Lac de Bosredon (1859), etc., etc.

2° Machines à calculer.

Il semble difficile d'effectuer mécaniquement des opérations que nous considérons comme un travail intelligent et qui procèdent du raisonnement et de la mémoire. Les relations des organes des machines et le mouvement que fait chacun d'eux résultent pourtant du calcul, et il est possible, par réciprocité, d'obtenir les résultats des calculs au moyen de combinaisons mécaniques convenables. Il suffit pour cela que, les mouvements étant réglés d'après l'opération qu'il faut faire, l'appareil en tienne note. L'indication finale des mouvements réalisés, exprimée par des chiffres gravés sur des pièces de la machine, donnera le résultat demandé.

L'emploi des machines à calculer soulage l'attention et la mémoire, et assure l'exactitude des résultats quoique les opérations soient effectuées plus rapidement. On peut, au moyen des *compteurs*, évaluer des grandeurs qu'il est difficile et parfois impossible d'apprécier directement.

Blaise Pascal imagina et fit construire la première machine à calculer connue, qu'il nomma *machine arithmétique*. Il obtint un privilége du roi en 1649 [1].

Sir Samuel Moreland (1673); le célèbre Leibnitz (1672); Claude Perrault, l'architecte du Louvre (1699); le marquis de Poleni, Vénitien (1709); Jacques Leupold, membre de l'Académie de Berlin (1727); Lépine (1725); de Boissendeau

1. La machine arithmétique n'est en réalité propre qu'à l'addition des livres, sols et deniers; ce n'est qu'au moyen d'un artifice qu'on l'emploie pour la soustraction des mêmes quantités. Le mécanisme est compliqué. Elle contient pourtant quelques dispositions très-bien entendues et qui ont été souvent reproduites. Mais il faut remarquer surtout que Pascal a clairement formulé le principe des machines à calculer, qui est de traduire *en mouvement réglé* les opérations de l'arithmétique. Il a compris toute l'importance de l'idée qu'il avait conçue et réalisée le premier.

(1730); Christian Ludovicus Gersten ; Rowning (1770); Lord Mahon, comte de Stanhope (1776); Mathieu Hahn (1777); Muller (1784); Abraham Stern, de Varsovie (1814), etc., ont tous imaginé des machines à calculer.

De l'époque contemporaine nous pouvons citer M. Thomas (de Colmar), qui a commencé ses essais en 1818, et travaillé pendant trente-sept ans la machine qui a déjà figuré à plusieurs expositions et qu'il expose encore aujourd'hui ; — M. Charles Babbage, le Bernard de Palissy des calculateurs mécaniques. Personne n'a apporté plus de science, d'invention et de persévérance dans cette entreprise; il a dépensé 1 million en essais, qui n'ont pas abouti surtout à cause de l'immensité du résultat qu'il voulait obtenir.

Je citerai encore d'autres inventeurs, dont les travaux sont plus récents : MM. Guénal (1820); Briet (1829); le docteur Roth (1840); Schwilgué (1845); Jarton (1845); Favier et Gouchon (1846); Baranowski (1846); Maurel et Jayet (1846); Billiard (1847); d'Argy (1850); Lardin, Wertheimer (1851); Staffel, Russe (1851); Schilt (1851); Scheutz (1852); Fahlman (1852); en 1853, Roussel, Juliot et Creusot; Guerry (1854); Delaisement (1854); Labbé (1855); Nitz, comte de Barck (1855); Dutel (1855); Hermelin (1856); Idskowski (1857); en 1858, Chevrier et Colomb Ménard; en 1859, Amade, Lac de Bosredon; Jacot des Combes (1860); Barthélemon (1861); en 1864, Grandjean, Moret, de Guigné, etc.

Les machines de tous les auteurs que je viens de citer sont destinées à effectuer automatiquement soit une seule opération, soit les quatre règles. Quelques-unes font les extractions de racines, calculent des tables et impriment mécaniquement les résultats. Quoique aucune n'ait été encore adoptée par l'usage, il y en a beaucoup qui font honneur à l'intelligence humaine et qui ont été justement admirées.

Quant aux *compteurs* divers, leur nombre est beaucoup trop considérable pour qu'une semblable énumération soit possible dans cette note. Je me contenterai d'indiquer leurs principales applications : compte-pas, compteurs pour voitures publiques, compteurs pour indiquer le nombre d'hommes ou d'animaux entrés dans une enceinte, compte-monnaie, recenseurs des votes, compteurs pour les liquides, pour les gaz, numéroteurs servant au mesurage des étoffes, etc., etc. Quoique leurs applications soient déjà nombreuses, il y a lieu de croire qu'elles se multiplieront encore beaucoup.

3° Procédés approximatifs.

On pourrait aussi donner le nom de géométriques à un grand nombre d'instruments et machines de cette classe en appelant arithmétiques ceux des première et deuxième classes.

Je citerai les balances à calcul de Cassini, de M. Nuisement et de M. Léon Lalanne, l'*abaque* de M. Léon Lalanne, les règles à calcul et le planimètre.

La balance peut donner, avec une approximation souvent suffisante et très-rapidement, le quatrième terme d'une proportion.

Règles et disques a graduations logarithmiques.

La règle à calcul, fondée sur l'emploi des logarithmes, en offre tous les avantages. Avec les nombreux perfectionnements qu'elle a reçus, il est à désirer qu'elle soit employée chez nous autant qu'elle l'est déjà en Angleterre.

En 1624, Edmond Gunter, professeur d'astronomie au collége de Gresham, à Londres, imagina de transporter aux lignes les propriétés des logarithmes. La

manière dont Néper avait, dix ans auparavant, conçu et expliqué son admirable invention, devait facilement conduire à cette application. L'instrument de Gunter, connu sous les noms d'*échelle de logarithmes*, *échelle anglaise*, en anglais, *Gunter's line*, échelle de Gunter, *navigation scale* se répandit rapidement. Les usages furent étendus par Wingate, Milburne (1650); Oughtred, Henrion, Seth Partridge (1657); Leybourn, John Robertson (1778). Toutes ces règles exigeaient l'emploi du compas, ce qui était une cause d'erreurs et augmentait la durée des opérations.

En 1750, Charles Leadbetter construisit une règle à coulisses (*sliding rule*); cette invention a été depuis attribuée à tort à Jones.

Une autre invention du même genre était réalisée en 1761, en Allemagne, par Lambert. Ce mathématicien employait deux règles assemblées par une rainure, ce qui permettait de les faire glisser l'une sur l'autre pour amener vis-à-vis l'un de l'autre des traits des deux échelles.

Ce fut vers 1815 que M. Jones, ingénieur en instruments, produisit la règle à coulisses très-bien entendue et bien fabriquée, qui a servi depuis de point de départ à toutes les nouvelles inventions s'exerçant sur des graduations en ligne droite.

Jusqu'à présent on n'a trouvé rien de plus commode que cette disposition d'échelles rectilignes, au moins si l'on veut faire un instrument portatif. Ce système présente pourtant un inconvénient grave dans la nécessité de faire de très-petites divisions, à cause du peu de longueur dont on dispose. Aussi plusieurs essais ont été faits pour employer des graduations sur des disques circulaires.

C'est d'Allemagne qu'est venue cette modification des premières échelles logarithmiques. En 1696, Biler construisit un instrument demi-circulaire, qu'il nomma *instrumentum mathematicum universale*. Je citerai après lui Scheffelt et Günther. En France, Leblond fit un *cadran logarithmique* en 1795; Gattey en fit un autre en 1798, et il le reproduisit plus tard en 1810, sous le nom d'*arithmographe*.

C'est la même disposition qu'avait adoptée Glover dans sa *roue arithmétique*, sauf l'emploi d'échelles logarithmiques.

L'emploi de graduations circulaires donne un espace très-considérable qui permet de multiplier les divisions et augmente la précision de l'instrument. Sur des lignes droites, Lambert obtint les nombres à 2/1000 près, en se servant de 2 règles de 4 pieds de long. Avec un instrument circulaire de 1 mètre de rayon, on obtiendrait presque la même approximation qu'avec les tables. On peut voir dans la 5e année des *Annales du Génie civil*, 1866, la description complète d'un disque logarithmique, construit par M. Sonne, inspecteur des chemins de fer de Hanovre[1].

C'est dans une idée du même genre, mais plus applicable à des instruments portatifs que les disques-plans, que Hoyau a imaginé ses *boîtes à calculer* (1815). Hoyau portait les diviseurs logarithmiques sur une boîte cylindrique, dont l'intérieur pouvait servir à renfermer des objets usuels. On lit dans les *Bulletins de la Société d'encouragement* : « Le diamètre des plus petites est de 8 centimètres ; dans cette dimension, M. Hoyau a pu diviser facilement la 1re et la 2e unités en 100 parties, les 3 suivantes en 50, et les dernières en 20. Ex. : 2587 divisé par 270 donne 9580, au lieu de 9581, etc. »

On pourrait citer bien d'autres applications des échelles logarithmiques,

1. Cinquième année des *Annales du Génie civil*, page 111. Cette description est accompagnée d'une planche représentant le disque compteur avec une très-grande exactitude.

comme les règles à échelles scindées. Le plus souvent, toute modification qui altère la simplicité de l'instrument présente plus d'inconvénients que d'avantages. Nous devons pourtant indiquer comme excellentes les *règles spéciales* aux calculs particuliers et fréquents de certaines industries.

Planimètre. — Il reste à parler des planimètres qui permettent de faire directement l'évaluation d'une surface en suivant ses contours sur un plan. Le *planimètre* a été inventé par M. Oppikofer, ingénieur suisse, vers 1817. M. Ernst le perfectionna et obtint le prix de mécanique Montyon, en 1837. M. Léon Lalanne, dont les travaux sur la technologie du calcul sont nombreux et remarquables, en a fait, sous le nom d'*arithmoplanimètre*, une machine à calcul fort complète et combinant le principe du planimètre avec une échelle logarithmique (1839). Il faut citer encore les travaux faits sur ce curieux instrument, par MM. Taurines (1851), Glover et Amsler en 1855.

Instruments et machines qui se trouvent a l'Exposition universelle.

1° Plusieurs tableaux de calculs, quelques instruments simples destinés principalement à l'enseignement de l'arithmétique.

2° Instruments à calculer : M. Dubois, arithmographe; M. Dunlop, instrument fondé sur une idée de Néper.

3° Machines à calculer : M. Musina, machine à additionner portative; M. Thomas (de Colmar), *arithmomètre;* le catalogue officiel indique des machines à calculer de MM. Wiberg, Suédois; Branig, des États-Unis d'Amérique ; Thomas Kimpton, Anglais; elles ne se trouvent pas dans les galeries de l'Exposition.

4° Compteurs : Plusieurs systèmes de compteurs pour l'eau et pour le gaz, compteurs pour machines, 3 compteurs pour voitures, compteurs pour constater le nombre des visiteurs de l'Exposition, compteurs divers, numéroteurs.

5° Règles logarithmiques.

6° Planimètre polaire de M. Amsler Laffon, à l'exposition suisse.

Nous donnerons dans la deuxième partie de ce travail la description, suivie d'une appréciation impartiale, des principaux appareils et machines exposés.

Instruments pour l'enseignement de l'arithmétique.

Les procédés techniques (*l'arithmétique palpable*), comme dit Humboldt, attirent l'attention et fixent la mémoire ; ils peuvent décomposer les opérations, ce qui permet d'en suivre aisément les détails et d'arriver plus vite à comprendre l'ensemble ; enfin ils remplacent les abstractions que les intelligences peu cultivées répugnent à suivre par l'exécution réelle des opérations qui est intelligible pour tous.

Ces considérations expliquent les services qu'on peut tirer pour l'enseignement de systèmes de boules mobiles au moyen desquelles on compte réellement les unités. Un instrument de ce genre, le *boulier*, est déja assez généralement employé dans les salles d'asile pour que son utilité ne puisse plus être contestée. Il se compose de 10 rangées horizontales de boules en bois; chaque rangée comprend 10 boules traversées par une petite tige de fer sur laquelle elles peuvent glisser facilement. Les tiges sont fixées horizontalement dans un châssis vertical supporté par deux montants. Le maître faisant face aux élèves, et ayant le boulier devant lui compte 1, 2, etc., en poussant à chaque nouvelle appellation de nombre une boule vers la gauche; lorsqu'il est arrivé à 10, il explique que 10

unités forment une dizaine; il continue à compter 11, 12, 13 etc., avec les boules de la deuxième rangée. Arrivé par exemple à 17 il indique aux enfants que 17 se composent d'une dizaine et de 7 unités (fig. 5).

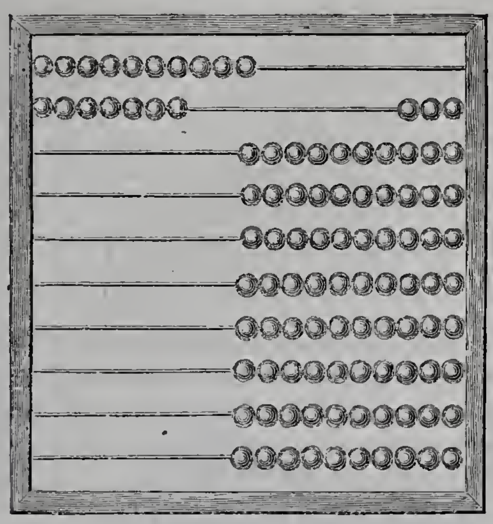


Fig. 5.

Un nombre quelconque (entre 1 et 100), étant de la sorte exprimé par les boules, il est facile de faire comprendre aux élèves combien il contient d'unités et de dizaines; ces dernières sont indiquées par le nombre des rangées entières de 10 boules poussées à gauche. Enfin on fait voir que cent unités équivalent à 10 dizaines. On ne saurait trop recommander cet instrument pour faciliter l'enseignement de la numération parlée et préparer à la numération écrite.

Plusieurs modifications sont proposées par des exposants.

M. Carrière (de Courbevoie) ajoute à droite un deuxième châssis dans lequel les tiges de fer se prolongent et portent d'autres boules mobiles; la première en haut en a une, la deuxième deux, et ainsi de suite jusqu'à la dixième qui en a 10. Ces boules, ajoutées au boulier primitif servent à marquer les dizaines. Cette disposition n'est pas mauvaise, mais il nous semble qu'elle complique inutilement l'appareil primitif sur lequel le nombre des dizaines est très-clairement indiqué par les rangées dont toutes les boules sont du côté gauche. M. Carrière complète son système par des chiffres mobiles et des tableaux qui servent à la numération écrite et aux opérations élémentaires.

Le boulier est excellent pour apprendre la numération; il est à désirer qu'il soit généralement employé dans les salles d'asile et aussi dans les écoles primaires pour les plus petits enfants. Mais il faut reconnaître que son rôle est borné à la vulgarisation de ces notions élémentaires. Il ne peut pas compléter les notions de numération et servir à effectuer des opérations comme le *souan-pan* et le *stchoté*.

C'est ce qu'ont compris M. Fosseyeux et M. Chaumeil, inspecteurs des écoles primaires. Ce dernier complète le boulier par des fils verticaux placés sur un plan vertical en arrière du plan des boules; ces fils peuvent servir à indiquer les divers ordres d'unités; ils constituent une disposition ingénieuse qui étend les applications de cet instrument, sans en augmenter sensiblement le prix.

M. Roques-Ferrier avait appliqué une idée analogue en 1829 avec un grand tableau bien conçu, résultant d'une étude consciencieuse, mais beaucoup moins simple que celui de M. Chaumeil. Je citerai encore les conceptions moins heureuses et plus compliquées qui ont été essayées pour augmenter l'utilité du bou-

lier par M. Taiclet (1846) et M. Lemaire (1857). Je dois indiquer aussi la machine à numération de M. Terssié (1858). Tous ces instruments qui ne figurent pas à l'Exposition présentent pourtant de l'intérêt.

M. Fosseyeux, inspecteur des écoles, emploie un système de boules placées sur des lignes verticales, comme le stchoté russe. Cette disposition, à notre avis, ne vaut peut-être pas le boulier ordinaire pour les commençants; mais elle lui est très-supérieure pour la suite de l'instruction. Elle présente un caractère scientifique et suit complétement les règles de la numération décimale. Il résulte de son emploi que la valeur de position des signes est indiquée et facilement comprise; la numération écrite s'apprend sans effort en même temps que la numération parlée; il suffit de traduire en chiffres l'expression des nombres que fournissent les boules. Les dispositions accessoires sont toutes fort étudiées et méritent des éloges [1].

Il faut ajouter que cet instrument d'enseignement n'est arrivé à l'Exposition qu'après avoir été éprouvé et qu'il a donné d'excellents résultats.

M. Martin, instituteur à Jouy, près Dombasle (Meuse), expose un grand tableau qu'il nomme *Compteur arithmographique et lecturiographe accélérateur*. Ce nom un peu complexe indique suffisamment la destination de l'instrument. M. Martin emploie des coulisses qui portent des chiffres ou des lettres et qu'on fait mouvoir dans des rainures. Cet instrument paraît résulter d'une étude intelligente et sérieuse des besoins de l'enfance. Il ne nous semble pourtant pas fait pour remplacer le boulier dans les notions de numération. En revanche, il s'applique avantageusement aux quatre règles

Le tableau de M. Lallement (de Vitry-le-Français) comprend un petit boulier; par une idée analogue à celle de M. Carrière, mais mieux motivée, à côté de chaque rangée de boules, en partant du haut, M. Lallement a écrit :

Dix, vingt, deux dizaines, trente, trois dizaines etc.

Pour passer du compte jusqu'à 100 au système de numération qui note les nombres au moyen de l'inscription des unités de même espèce, il emploie des pièces mobiles; ce sont de petits carrés de bois munis d'un anneau dont la dimension augmente suivant l'espèce d'unités qu'ils doivent représenter; l'espèce d'unités est de plus indiquée par des points, un pour les unités, dix pour les dizaines, cent pour les centaines. Enfin, au bas du tableau, trois colonnes pour les unités et trois autres pour les mille portent chacune un crochet auquel on peut fixer de petites planchettes qui portent les signes de la numération. L'élève se servirait utilement de ces chiffres mobiles pour écrire les nombres avant d'avoir appris à figurer lui-même les chiffres. Cet instrument manque un peu de simplicité. De plus l'emploi des pièces mobiles n'est pas sans inconvénient surtout dans l'enseignement public : il arrivera fréquemment qu'il en manquera quelques-unes.

En résumé, nous ne pouvons que donner des éloges sincères sinon à tous les détails des instruments proposés, du moins à la tendance qu'ils révèlent. Nous voyons là un résultat heureux de l'activité pleine d'espérances pour l'avenir qui est imprimée depuis quelque temps à l'instruction primaire. Nous constatons une fois de plus le zèle des inspecteurs et des instituteurs, qui au milieu de la rude tâche qui leur est assignée, montrent le dévouement le plus éclairé, et cherchent sagement, comme m'a écrit l'un d'entre eux, à instruire l'enfance en l'amusant [2].

1. Voir la brochure de M. Fosseyeux, qui a été publiée en 1863.

2. Les instruments qui emploient des boules présentent des avantages incontestables pour l'enseignement élémentaire. Ils sont employés beaucoup à l'étranger, en particulier

Cadran compteur de M. Auguste Barre.

Nouvelle machine à compter, instructive et amusante pour les enfants, et à l'usage du commerce, etc.

On lit dans la notice imprimée par M. Barre : « Cette machine, mise à la portée de l'enfance et de l'ignorance (car il est à peine nécessaire de connaître les chiffres pour s'en servir), est appelée, nous ne craignons pas de le dire, à produire, notamment dans l'enseignement, les résultats les plus satisfaisants. L'enfant apprendra d'autant plus heureusement à compter, que, d'une part, l'instrument, qui est un véritable jouet, lui offre beaucoup d'attrait et de distraction; et que, d'autre part, il compte et additionne absolument comme on le fait dans la pratique, et que le professeur l'enseigne. »

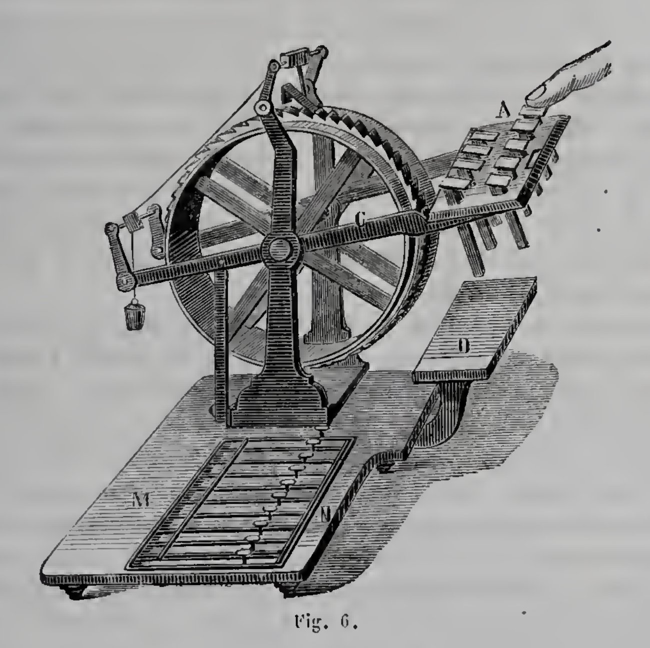


Fig. 6.

Cela est exact; j'ajouterai que cette machine, établie en bois et très-simple, pourrait rendre des services au petit commerce si elle coûtait très-peu. Pourtant son rôle est assez limité. Ce n'est pas proprement une machine à additions pouvant ajouter plusieurs nombres composés de plusieurs chiffres; c'est un simple cadran compteur (fig. 6).

Elle se compose d'un petit clavier A à 10 touches d'inégale longueur, marquées chacune de l'un des numéros de 1 à 10. En appuyant le doigt sur la touche qui porte le chiffre que l'on veut ajouter, on change sa position de sorte qu'elle est arrêtée par la table D. La pression du doigt fait ainsi décrire au clavier et au levier C qui le porte un angle proportionné au chiffre donné; dans ce mouvement un cliquet a agi pour faire tourner la grande roue, et ce même cliquet n'a aucune action lorsque le clavier reprend sa position. Le total est indiqué par des chiffres gravés sur la surface cylindrique de la grande roue.

Le tableau du bas sert à noter un total au moyen de pièces portant les chiffres et qui peuvent glisser dans des rainures.

en Allemagne. Je citerai aussi, en terminant cet article, le boulier exposé par M. Aleesandresco Uréké (Roumanie).

Instruments de calcul.

L'Exposition n'en offre que deux : celui de M. Dubois et celui de M. Dunlop.

Le premier peut servir à aider dans l'exécution des quatre opérations élémentaires. Pour l'addition et la soustraction, M. Dubois emploie un système de petites règles mobiles, qui portent les signes de la numération, comme l'avaient fait avant lui Case, en 1720, M. Bardach (de Vienne) à notre époque et bien d'autres encore. Pour la multiplication et la division, il se sert du premier système de Petit (1671), qui consiste à tracer les tables des bâtons de Néper sur des baguettes rectilignes. Il peut y avoir un mérite réel à employer des éléments connus, en les disposant d'une manière avantageuse; ce n'est nullement le cas dans l'instrument dont nous parlons qui présente un volume assez considérable et offre moins de commodité que beaucoup d'instruments plus anciens.

M. Dunlop a imaginé deux tableaux pour calculer et un instrument. Le calculateur n° 1 (pour la multiplication et la division) est une table à double entrée, formée par des pièces mobiles et donnant aisément les multiples simples d'un nombre quelconque. C'est une extension de la méthode de Néper.

Les nombres entre parenthèses dans nos figures sont en rouge dans les tableaux de M. Dunlop. Dans la figure 7, la partie gauche représente le revers intérieur de la première page, la droite représente les bandes mobiles qui se recouvrent en partie et laissent voir à droite leur extrémité où apparaît un chiffre. L'inscription indique suffisamment la destination de ces bandes pour les diverses unités du multiplicande.

Ex. : On veut savoir la valeur de 32 1/2 yards de soie à 13 s. 2 d. par yard. Pour cela, découvrez la bande des dizaines n° 3, la bande 2 des unités et la bande 1/2 des parties d'unités, dont l'extrémité apparaît en A (fig. 7, page suivante); rabattez sur la feuille de gauche les feuilles qui couvraient celles dont vous avez besoin. Le calculateur Dunlop vous présentera alors le tableau indiqué (fig. 8); vous lisez en BC le multiplicande 32 1/2. Pour avoir le produit par 13 s. 2 d., allez d'abord à la colonne marquée 13 s. sur la ligne inférieure, ajoutez les 2 nombres 0.6.6, 1.6.0, 19.10.0, total, L 21 2 s. 6 d.; c'est le prix de 32 yards 1/2 à 13 s. Allez à la colonne marquée 2 d., qui donne 5 s. 5 d.; ajoutez au nombre précédent, il vous donnera L 21 7 s. 11 d. pour le prix total demandé. Avec les complications du système de poids et mesures anglais, de pareils tableaux mobiles ne peuvent qu'être très-utiles pour la multiplication et la division.

Le calculateur n° 2, fondé sur le même principe, est spécialement destiné aux calculs de poids. Il peut être aussi très-utile, quoiqu'il soit d'une application moins générale que le précédent.

Le calculateur n° 3 est un instrument destiné à faciliter l'addition des produits partiels, pour former le produit total quand le multiplicateur a plusieurs chiffres. Il se compose d'une boîte qui renferme de petites règles en ardoise, qui sont mobiles dans des rainures horizontales. On écrit les produits partiels sur ces ardoises, que l'on peut déplacer de manière à ce que chaque chiffre soit dans la colonne où il doit être, d'après l'espèce des unités du multiplicateur qui l'ont formé. Cet instrument pourrait être utile aux commençants et s'appliquer à l'enseignement. Il ne présente aucun avantage sérieux pour la pratique du calcul.

Machine a additions de M. Oprandino Musina, horloger a Mondovi.

Cette machine est de très-petites dimensions et tout à fait portative; elle a à peu près 25 millimètres de section et 20 centimètres de longueur. Elle se

A

Fig. 7.

									Parts of units, from $\frac{1}{32}$nd to $\frac{7}{8}$ths.								$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
									Units, from one to nine.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Tens, from ten to ninety.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Hundreds, from 100 to 900.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Thousands, from 1000 to 9000.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Tens of thousands, from 10000 to 90000.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rates. { $\frac{1}{3}$ . . .	($\frac{1}{32}$ d.) 2 d.	($\frac{1}{16}$ d.) 3 d.	($\frac{1}{8}$ d.) 4 d.	($\frac{1}{4}$ d.) 5 d.	($\frac{3}{8}$ d.) 6 d.	($\frac{1}{2}$ d.) 7 d.	($\frac{5}{8}$ d.) 8 d.	($\frac{3}{4}$ d.) 9 d.	($\frac{7}{8}$ d.) 10 d.	(1 d.) 11 d.	(2 s.) 8 s.	(3 s.) 9 s.	(4 s.) 10 s.	(5 s.) 11 s.	(6 s.) 12 s.	(7 s.) 13 s									

Fig. 8.

C

$\frac{1}{2}$	0.0.1	0.0.1 $\frac{1}{2}$	0.0.2	0.0.2 $\frac{1}{2}$	0.0.3	0.0.3 $\frac{1}{2}$	0.0.4	0.0.4 $\frac{1}{2}$	0.0 5	0.0.5 $\frac{1}{2}$	0.4.0	0.4.6	0.5.0	0 5.6	0.6.9	0.6.6						$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
2	0.0.4	0.0.6	0.0.8	0.0.10	0.1.0	0.1.2	0.1.4	0.1.6	0.1.8	0.1.10	0.16.0	0.18.0	1.0.0	1.2.0	1.4 0	1.6.0		2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.5 0	0.7.6	0.10.0	0.12.6	0.15.0	0.17.6	1.0.0	1.2.6	1.5.0	1.7.6	12.0.0	13.10.9	15.0.0	16.10.0	18.0.0	19.10.0			3	4	5	6	7	8	9
B									Hundreds, from 100 to 900.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Thousands, from 1000 to 9000.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Tens of thousands, from 10000 to 90000.								1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rates. {	($\frac{1}{32}$ d.) 2 d.	($\frac{1}{16}$ d.) 3 d.	($\frac{1}{8}$ d.) 4 d.	($\frac{1}{4}$ d.) 5 d.	($\frac{3}{8}$ d.) 6 d.	($\frac{1}{2}$ d.) 7 d.	($\frac{5}{8}$ d.) 8 d.	($\frac{3}{4}$ d.) 9 d.	($\frac{7}{8}$ d.) 10 d.	(1 d.) 11 d.	(2 s.) 8 s.	(3 s.) 9 s.	(4 s.) 10 s.	(5 s.) 11 s.	(6 s.) 12 s.	(7 s.) 13 s.									

compose d'une ligne de petits tambours montés sur des axes parallèles entre eux et perpendiculaires à la longueur de l'instrument, qui portent sur leur surface cylindrique les signes 0,1,2..9, dont un seul est visible à la fois par une ouverture du couvercle. Ces tambours sont donc placés comme ceux de la première machine à additions qu'imagina Pascal. Mais les organes d'inscription sont beaucoup plus simples. Ils se composent extérieurement de cadrans fixes gradués de 0 à 9 et de petites manivelles qu'un ressort maintient à zéro. Si l'on veut inscrire 3, on porte la manivelle sur 3 du cadran extérieur des unités, et on voit apparaître 3 à la fenêtre correspondante. La manivelle conduit par encliquetage et dans un sens seulement; lorsqu'elle est abandonnée à elle-même, le ressort la ramène à zéro. Ce mode d'inscription, qui paraît fort simple, exige pourtant plus d'attention que celui de Pascal. Du côté opposé aux cadrans d'inscription sont des roues à rochet, qu'un cliquet fait avancer d'une division lorsqu'il est poussé lui-même par un bouton, chaque fois que la roue de droite a fait un tour entier, ou qu'il faut transmettre une dizaine. La manière dont ce mécanisme est disposé est tout à fait vicieuse.

Il est fâcheux que les meilleurs travaux soient ignorés et que les inventeurs perdent si souvent leur temps à modifier des systèmes condamnés, quand il y en a d'autres excellents qu'ils auraient pu appliquer avantageusement. En 1842, M. le docteur Roth a mis en évidence la nécessité de rendre la transmission des dizaines successive, et il a réalisé cette condition dans une machine à additions fort remarquable. On comprend en effet que l'effort très-faible qui résulte de la transmission d'une dizaine peut devenir sensible s'il se produit à la fois sur plusieurs roues, comme si par exemple à 99999 on ajoute 1 unité; les organes nécessairement assez délicats des premières roues se trouvent fatigués, et des dangers de rupture peuvent se présenter, en même temps que l'opérateur subit une fatigue.

Arithmomètre de M. Thomas (de Colmar).

Je ne citerai que pour mémoire l'arithmomètre de M. Thomas. Cette machine est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire ici; l'espace manque pour discuter son mécanisme et ses propriétés. Je suis pourtant heureux de rendre hommage à la persévérance que M. Thomas a apportée à produire aux expositions cette machine qu'il a plusieurs fois perfectionnée. Il a réussi le premier à construire une machine à calculs pratique et à la faire accepter. Quel que soit le sort que l'avenir réserve à cette intelligente conception, même après que des machines beaucoup plus parfaites la feraient négliger, l'œuvre de M. Thomas (de Colmar) occupera toujours une place importante dans l'histoire de la technologie du calcul.

Compteurs pour voitures publiques.

Les compagnies et le public ont un intérêt égal à l'emploi d'un bon système de compteurs pour les voitures publiques. Les cochers (qui ne partagent peut-être pas encore cette conviction) n'y perdraient rien, car ils seraient fondés à réclamer un salaire plus élevé et leur probité serait mise hors de doute. Enfin, l'administration supérieure ne peut que favoriser une mesure équitable qui préviendrait les réclamations et rendrait impossibles les erreurs ou les fraudes.

Il y a longtemps que le problème est posé; il a été résolu de bien des façons, plusieurs fois d'une manière très-ingénieuse. Si aucun compteur n'a encore été adopté, nous ne saurions croire à une opposition insensée et persistant sans

excuse; nous pensons que cela tient avant tout à ce que tous les systèmes proposés laissaient quelque chose à désirer.

La question est en effet très-complexe. On peut en chercher la solution dans deux ordres d'idées différents, d'où résulte le classement de toutes les inventions de ce genre en deux classes principales : 1° *les compteurs graphiques ou descriptifs*; 2° *les compteurs purement mécaniques*.

Tous exigent l'emploi d'un mouvement d'horlogerie qui marque le temps. Les compteurs graphiques fournissent les divers renseignements au moyen de lignes qui sont tracées automatiquement sur un carton qu'on change chaque jour. Sans entrer dans des détails, on comprendra par exemple que ces lignes, étant toujours proportionnelles au temps, peuvent se trouver placées différemment sur le carton, suivant que la voiture était vide ou chargée, était en marche ou en station, etc. Ce système, qui est le premier auquel on a pensé, est susceptible de fournir tous les renseignements possibles à l'administration ; on pourrait faire noter sur les cartons tous les incidents du travail d'une voiture pendant la journée. Personne n'ignore que des procédés analogues ont été employés, de la manière la plus heureuse, dans des expériences savantes. Mais dans ce dernier cas, on avait tout le temps nécessaire pour *lire* et apprécier les indications fournies par les lignes. C'est ce temps qui manque aux administrations qui ont à surveiller un grand nombre de voitures. Chaque soir le dépouillement des cartons exigerait beaucoup d'employés, et ne pourrait se faire de suite. En résumé, le système graphique peut donner une solution rigoureuse, mais il imposerait des sacrifices d'argent aux administrations et créerait des difficultés souvent sérieuses; ce même système ne fournit aux voyageurs aucune indication, ou tout au moins aucun renseignement précis.

Les compteurs mécaniques, au contraire, donnent des résultats qu'on interprète de suite, car ils les fournissent au moyen d'inscriptions et de chiffres gravés d'avance sur des pièces mobiles que le mécanisme fait mouvoir, de manière à présenter les indications notées en signes connus à des ouvertures du compteur. Ce système permet de donner des renseignements clairs aux voyageurs; il donne à l'administration la faculté de contrôler le travail et les recettes du jour, aussi rapidement que possible; c'est à lui qu'il faut demander une solution pratique.

Il existe des systèmes mixtes qui emploient des moyens mécaniques pour les indications à donner au voyageur et des notations descriptives pour l'administration. Plusieurs compteurs exposés sont dans ce cas.

Lorsque toutes les difficultés résultant du mécanisme à adopter, pour fournir les renseignements nécessaires avec certitude, sont aplanies, il reste à établir la communication du compteur avec les roues de la voiture. Le compteur ne saurait être exposé à tous les chocs qu'il recevrait s'il était fixé sur l'essieu; il doit être placé dans le corps de la voiture, séparé de l'essieu par les ressorts ; de plus, il est indispensable que chaque tour de roue soit transmis au compteur qui l'enregistre. Mais la difficulté de cette transmission résulte des oscillations que la partie suspendue de la voiture reçoit dans tous les sens pendant la marche. Il faut que le compteur soit mis en communication avec l'essieu au moyen de pièces dont la longueur et la direction puissent varier : il n'est pas moins nécessaire que ces pièces soient simples et solides, afin qu'elles résistent à la fois aux causes naturelles de rupture et à la malveillance d'un cocher qui ne voudrait pas être contrôlé.

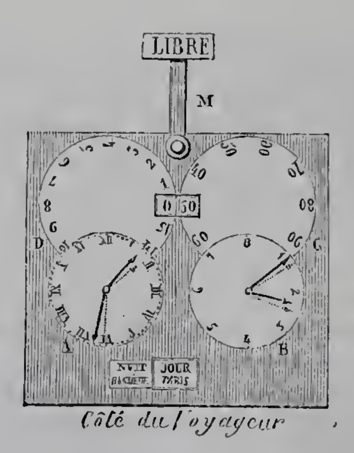
Voici maintenant quelques détails sur un appareil très-ingénieux qui figure à l'Exposition.

Compteur pour voitures,

par MM. Bertrand et Addenet, capitaines du génie.

Quoique les conditions actuelles soient connues du lecteur, il n'est pas inutile de les rappeler succinctement. On prend une voiture *à la course* ou *à l'heure*. A l'heure, le cocher ménage ses chevaux et va très-lentement, au préjudice du voyageur auquel il fait perdre beaucoup de temps; de plus, il faut payer la première heure entière, lors même qu'on n'a gardé la voiture qu'une partie de ce temps. A la course, la vitesse augmente, surtout si le cocher a l'espoir d'un bon pourboire; mais la compagnie ne gagne pas à ce que le voyageur ait été conduit rapidement; elle ne perçoit toujours que le prix d'une course. Ce prix, peu rémunérateur pour les longues courses, est trop élevé pour les courtes distances; c'est encore un mal pour les intérêts de la compagnie, parce que beaucoup de gens ne prennent pas de voitures pour les petites courses. Enfin, il faut dire d'avance si l'on veut être conduit à la course ou à l'heure; dans ce dernier cas, il est nécessaire de constater l'heure du départ, de compter avec le cocher avant de le congédier. Puis il y a le tarif de nuit et le tarif du jour, le tarif hors barrières. De quelque manière qu'on l'envisage, la réglementation est compliquée, elle est loin d'être parfaitement équitable soit pour le public, soit pour la compagnie.

MM. Bertrand et Addenet ont ramené la question à des termes simples, intelligibles pour tous et dont la parfaite impartialité doit satisfaire tout le monde. Leur compteur, représenté à l'échelle 1/2, fig. 9 et fig. 10, est fixé derrière le siége du cocher. Il présente au voyageur une face qui porte : 1° un cadran d'horloge ordinaire qui marque l'heure; 2° un cadran du kilomètre, dont les aiguilles reçoivent le mouvement des roues de la voiture; 3° au-dessus des cadrans, une ouverture rectangulaire laisse lire des chiffres qui indiquent le prix à payer au cocher; 4° à la partie inférieure, une autre ouverture laisse voir les inscriptions NUIT banlieue. ou JOUR Paris. qui correspondent à des tarifs particuliers.



Côté du voyageur

Fig. 9.

Les chiffres qui indiquent les prix sont gravés sur 2 disques, qui marquent l'un les centimes, l'autre les francs. Ces disques reçoivent leur mouvement du rouage des heures quand ils sont mis en communication avec lui. Ils indiquent donc toujours un prix minimum pour la compagnie, résultant du temps pen-

dant lequel la voiture a été employée. De plus (la vitesse normale étant supposée de 8 kilomètres à l'heure), le rouage kilométrique agit aussi pour faire marcher les disques si la vitesse devient supérieure à 8 kilomètres. Il est juste, en effet, que le voyageur indemnise la compagnie dans ce cas. S'il fait 10 kilomètres en 1 heure, il payera comme s'il avait gardé 1 heure 1/4 la voiture, qui aurait pu mettre ce temps à le transporter. En revanche, il aura le droit d'aller au pas, de stationner à sa volonté; pendant tout ce temps, l'horloge d'heure marquera le prix comme si l'on marchait à la vitesse normale. Si la voiture allait trop lentement, l'horloge kilométrique avertit le voyageur et rendra ses observations sans réplique de la part du cocher. Avant le départ, le compteur marque 0 fr. 50, et les sommes dues pour le trajet croissent de 10 en 10 centimes. Cet emploi d'une constante permet d'employer les voitures pour de très-petites courses, avec avantage pour le public et pour la compagnie. Dans ce cas, la somme à payer sera 0 fr. 50, plus un multiple de 10 centimes proportionnel au temps ou au chemin parcouru; c'est le taux du tarif actuel pour l'heure et les courses moyennes; ce sera moins cher pour les très-petites courses; pourtant l'addition de la constante 0,50, qui sert de point de départ, rendra ce système de location, qui deviendra très-fréquent, avantageux pour la compagnie et pour les cochers. Lorsqu'une voiture est disponible, elle porte à sa partie supérieure un petit drapeau, sur lequel est écrit le mot LIBRE. A ce moment les disques qui indiquent le prix ne marchent pas et marquent 0,50. Lorsque la voiture est louée, le cocher abaisse son drapeau, et par ce mouvement il fait engréner les rouages qui conduisent les disques.

Voulez-vous vous rendre compte des avantages que présenterait l'emploi de ce système comparé à la situation actuelle, dont nous n'avons pas indiqué tous les inconvénients? Nous avons omis ceux souvent fort graves qui viennent des personnes. Supposons que le compteur de MM. Bertrand et Addenet soit en usage.

Une voiture se présente surmontée du petit drapeau, sur lequel ont lit LIBRE; elle est arrêtée à la station, ou bien elle circule dans la rue, qu'importe? Elle est à la disposition du public, sans aucune excuse possible. Indiquez où vous désirez aller, fixez l'itinéraire si cela vous convient; la voiture est à vous, vous partez. A mesure que la voiture marche, vous jugez de la vitesse par l'horloge kilométrique, l'horloge du temps vous indique l'heure, et à chaque instant vous savez ce que vous auriez à payer si vous vouliez vous arrêter. Vous pouvez forcer le cocher à marcher à la vitesse de 8 kilomètres; il se décidera facilement à aller plus vite par l'espoir du pourboire, et dans ce cas la compagnie sera indemnisée de l'usure plus grande des chevaux et du matériel. Si vous passez la barrière, ou si minuit sonne, le cocher tire le verrou qui est à la partie inférieure; il vous avertit du changement de tarif par l'inscription qui change, et le compteur inscrit les nouveaux chiffres, qu'il ajoute à la somme que vous devez déjà. Vous voulez congédier la voiture, il suffit de payer la somme qu'indique le compteur; le compte est fait d'avance, sans erreur et sans contestation possible.

Le cocher, dont la voiture devient libre, relève son drapeau, ce qui fait désengréner les roues dentées des disques, qui reviennent au point de départ. S'il négligeait cette formalité, dans un but de fraude, le compteur continuerait à inscrire des sommes dont il devrait compte à la fin de sa journée.

Il est incontestable que l'usage des voitures publiques deviendrait plus commode et plus facile, et par suite plus fréquent par l'application de ce système; le public n'a qu'à y gagner.

Nous allons voir que la compagnie n'en retirerait pas moins d'avantages. A

la fin de la journée, les inspecteurs ouvriraient le compteur (fig. 10); sans aucune peine et sans perte de temps, ils *liraient* les renseignements fournis par les pièces suivantes :

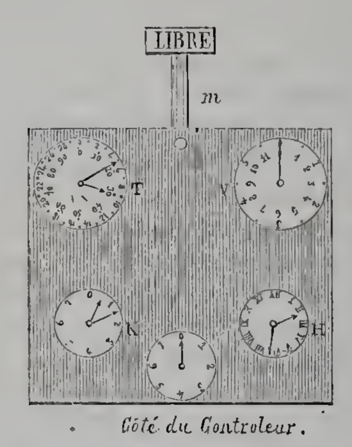
T Cadran totalisateur. Les chiffres extérieurs indiquent les francs, ceux intérieurs les centimes.

L Cadran indiquant le nombre de fois que la voiture a franchi la barrière et par suite le nombre d'indemnités de retour perçues par le cocher.

V Cadran indicateur du nombre des voyageurs. Les chiffres extérieurs indiquent en francs le total des constantes de 0,50. Ceux intérieurs donnent le nombre des voyageurs pour la journée.

H Cadran indiquant le nombre d'heures pendant lequel la voiture est restée vide.

K, indiquant le nombre de kilomètres parcouru par la voiture non louée.



Côté du Contrôleur.

Fig. 10.

Les mouvements de ces cadrans se produisent d'une manière simple, et ils sont toujours assurés. Toutes les sommes marquées par les disques s'ajoutent sur le totalisateur, excepté la constante 0,50 notée à part par le cadran symétrique V, qui tourne d'une division chaque fois que le cocher baisse son drapeau et qu'il reçoit un voyageur. Les 2 cadrans inférieurs, K et H, ne marchent que lorsque le cocher montre le signal LIBRE. Quand la voiture est libre, le cocher ne doit marcher que pour regagner la station la plus voisine, et on lui accorde pour ce retour un trajet moyen, que l'on nomme *rabat*. On peut évaluer les rabats puisqu'on connaît le nombre des voyageurs; d'un autre côté, le cadran K indique le nombre de kilomètres à vide. On a tous les moyens de vérification, et le compteur les met à la disposition de l'administration de la manière la plus commode.

Transmission. — Il reste à parler de la transmission du mouvement des roues qui est complétement neuve et fondée sur une disposition qui peut recevoir des applications nombreuses.

Concevons un fil posé librement, mais avec un aussi faible jeu que possible dans une gaîne flexible; dans le cas actuel, la gaîne est une spire de fil d'acier très-serré. Le fil ainsi placé jouit à très-peu près de la propriété d'une fibre centrale; il conserve une longueur constante, quelle que soit la courbure de la gaîne, ou quoique la position respective des extrémités de la gaîne varie. On voit déjà comment cette ingénieuse conception supprime toute difficulté de transmission. La gaîne (fixée d'une part au compteur, de l'autre à l'essieu) est plus ou moins flottante, suivant les mouvements de la partie suspendue de la

voiture, mais le fil central conserve toujours la même longueur, et il transmet au compteur kilométrique le mouvement des roues. Quand les roues de l'avant-train tournent, l'une d'elles, dont le moyeu forme excentrique, transmet à chaque tour un mouvement de va-et-vient à un verrou fixé sur l'essieu. Ce verrou est lié par une partie filetée au fil que contient la gaîne; ce fil participe au mouvement alternatif du verrou, et à chaque tour de roue il fait avancer d'une dent un rochet de l'horloge kilométrique. Ce mode de transmission est solide, à l'abri d'une rupture faite par méchanceté et qu'on ne saurait dissimuler. Il peut être appliqué facilement à toutes les voitures, et coûte fort peu.

Un homme, dont la compétence ne saurait être contestée, M. Eugène Flachat, qui a été pendant plusieurs années président de la commission des compteurs, écrivait aux inventeurs le 13 février 1867 : « Je considère votre compteur, à la « fois pour le système, pour l'appareil et pour la transmission, comme le seul « qui ait, jusqu'à ce jour, réalisé les conditions essentielles d'un compteur. »

Il est à souhaiter qu'une opinion aussi autorisée décide les compagnies à faire l'épreuve et à adopter, dans un délai prochain, le compteur de MM. Bertrand et Addenet. Les actionnaires des voitures publiques et le public n'ont qu'à y gagner, et les cochers n'y perdront rien.

Nouvelle règle a calcul, de M. Mannheim.

M. Mannheim, auquel on doit des perfectionnements aux règles logarithmiques qui sont très-appréciés, a fait construire un nouveau système de règle à échelles scindées, qui présente beaucoup d'intérêt. Un cylindre ouvert aux deux bouts porte sur ses génératrices les échelles fixes scindées en 10 portions; il aurait été incommode d'avoir autant de réglettes mobiles. M. Mannheim les a réunies par 2 anneaux aux deux extrémités; ou pour décrire exactement l'instrument, les échelles mobiles sont gravées sur un deuxième cylindre, qui enveloppe le premier à frottement doux, et qui est découpé pour qu'on puisse voir les échelles fixes. L'appareil complet a 14 centimètres de long, sur 3 centimètres de diamètre; on voit qu'il est tout à fait portatif. Il offre pourtant les mêmes avantages qu'une règle d'un mètre de long. M. Gravet Tavernier a fabriqué cet instrument avec la précision et l'élégance qui caractérisent tous les produits de ses ateliers.

Planimètre polaire
de M. Amsler-Laffon. (Exposition suisse.)

Le planimètre polaire présente plusieurs avantages : 1° il peut trouver place dans un étui ordinaire d'instruments de mathématiques, sans qu'on ait besoin de le démonter; 2° il coûte beaucoup moins cher que les autres systèmes, il est moins volumineux et tout à fait transportable; 3° il permet de mesurer de plus grandes surfaces.

La figure 11 représente le planimètre polaire placé sur un dessin, dont on veut évaluer la surface. La pointe E est légèrement enfoncée dans le papier, de manière qu'elle reste fixe. Le point E est le centre du mouvement. La roulette D et le traçoir F reposent également sur le dessin. Le traçoir ou style F doit suivre le contour de la figure à mesurer; il est fixé à une règle J A F qui peut s'allonger plus ou moins et sur laquelle sont inscrits les nombres constants qu'il faudra ajouter au résultat, si le centre E est intérieur à la figure qu'on veut évaluer. Pendant qu'on suit le contour d'une figure (toujours dans le

même sens), la poulie D a roulé sur le papier, et à la fin de l'opération, la position du compteur D et G sert à indiquer la surface.

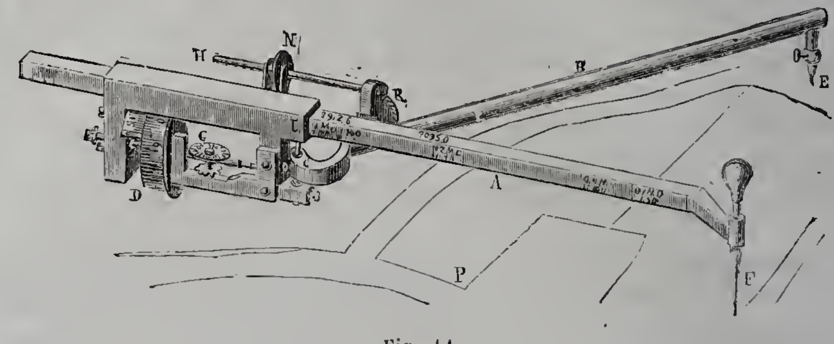


Fig. 11

Pour trouver le contenu d'une figure, on glisse la tige A dans sa coulisse H (fig. 11 *bis*), de manière que l'arête antérieure J coïncide exactement avec une des divisions marquées 10 millimètres carrés, 9 millimètres carrés, etc. Si l'on

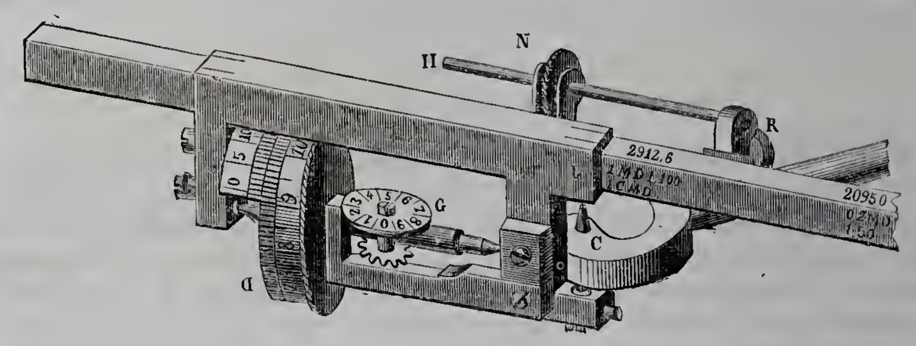


Fig. 11 *bis*.

avait plusieurs mesures de surface à exécuter successivement, cette opération préliminaire ne se ferait qu'une fois. L'instrument étant placé sur le dessin, comme il a été dit, supposons que la roue G marque 2 et que la poulie D indique 91,5, on écrira 291,5. Quand on a suivi le contour, en marchant de gauche à droite, comme les aiguilles d'une horloge, jusqu'à ce qu'on soit revenu au point de départ, on lit sur le compteur 476,7.

Pour tirer de ces 2 lectures la mesure de l'aire cherchée, il y a deux cas à considérer : 1° le point E était en dehors de la surface à évaluer; on obtient l'aire demandée en retranchant 291,5 de 467,7, ce qui donne 185,2. L'espèce d'unité que ce nombre représente dépend de la division sur laquelle on a arrêté le bord J de la coulisse; la valeur en est indiquée à côté de chaque division sur la tige A. Elle est de 1 centimètre carré pour la division-marque 1 centimètre. Si l'on avait placé la tige A sur 0,2 mètres carrés et que l'échelle soit 1/50, l'aire cherchée est $185,2 \times 0,02 = 37,04$ mètres carrés. On voit qu'il faut multiplier la différence des indications du compteur par le nombre gravé à côté de la division correspondante et par la fraction qu'indique l'échelle du dessin.

2° Le point E est à l'intérieur du périmètre; c'est ce qui arrivera généralement dans la mesure des grandes surfaces. Alors, avant de faire la soustraction on ajoutera à la deuxième lecture le nombre qui se trouve marqué sur la tige A, au-dessus de la division. En plaçant, par exemple, A sur 10 centimètres carrés, on aura :

Deuxième lecture =.............	476,7	
Nombre marqué au-dessus de 10 centimètres = ..	1912,6	(voir fig. 11 *bis*.)
Somme =..........	2389,3	
Première lecture =............	291,5	
Reste =......	2097,8	

Lorsqu'on opère sur de grandes figures, la roue-compteur G peut faire une ou deux rotations entières en avant ou en arrière. Il faudra alors augmenter ou diminuer de 1000 ou 2000 unités les différences obtenues avant la multiplication, comme dans l'exemple. On peut se diriger au moyen de la règle suivante : pendant l'opération, le zéro du compteur G peut passer l'index en marchant dans le sens direct (c'est-à-dire que les chiffres passent dans l'ordre ... 9,0,1,2 ...) ou dans le sens rétrograde (c'est-à-dire que les chiffres passent dans l'ordre ... 2,1,0,9...). Autant de fois que le premier cas arrivera, autant de fois on ajoutera le nombre 1000 à la deuxième lecture; on retranchera le même nombre 1000 autant de fois que le deuxième cas aura lieu.

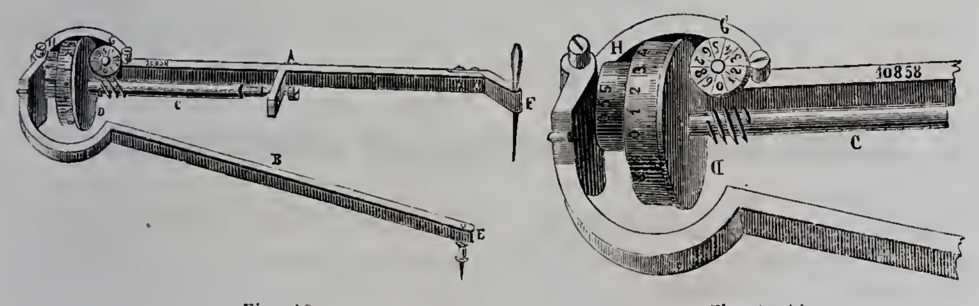


Fig. 12. Fig. 12 *bis*.

On se sert de la même manière de l'instrument représenté fig. 12 et 12 *bis*, seulement la longueur de la tige A reste invariable, en sorte qu'on obtient les résultats exprimés en unités d'une seule espèce, par exemple en millimètres carrés.

La théorie du planimètre polaire est résumée par les deux théorèmes suivants :

Théorème 1. — Lorsque la pointe est en dehors, l'aire de la surface, fixée par le contour que suit le style, est égale à un rectangle, qui a pour base un rayon constant $r = FG$ et pour hauteur l'arc intégral développé par la poulie.

Théorème 2. — Dans le deuxième cas, la surface est égale à un rectangle, qui a pour base le rayon constant et pour hauteur l'arc développé, plus une constante qui dépend des dimensions de l'appareil.

ÉTUDE

SUR

L'IMPRESSION ET LA TEINTURE DES TISSUS

PAR Dr KÆPPELIN,

Chimiste industriel, rédacteur aux *Annales du Génie civil.*

GROUPE VI, CLASSE 59.

MACHINES EMPLOYÉES DANS LES FABRIQUES D'ÉTOFFES IMPRIMÉES.

(PLANCHES IV, V, VI, XLIX et L.)

III

§ 1. EXPOSITION DE MM. TULPIN AÎNÉ, DE ROUEN.

Je ne puis, on le comprendra facilement, examiner ici toutes les machines dont on se sert dans les fabriques de tissus imprimés et dans les teintureries : je ne donnerai donc que le plan de celles qui m'ont frappé par leur bonne construction et sur l'emploi desquelles j'ai les meilleurs renseignements.

Parmi les constructeurs les plus intelligents, je citerai M. Tulpin aîné, à qui l'on doit plusieurs améliorations importantes dans la construction de machines connues et l'invention de plusieurs nouveaux appareils, dont je vais donner la description.

Grilloir à gaz à double effet. (PL. VI *des Études.*) — Le plus important de ces appareils, et en même temps celui qui est appelé à un emploi général dans les fabriques de tissus, est, sans contredit, le grilloir à gaz, que j'ai vu fonctionner dans le bel établissement de MM. Francillon, teinturiers à Puteaux, et qui est exposé dans une annexe de la classe 59.

Les figures de la planche nº VI (voir le premier fascicule des *Études sur l'Exposition*, échelle au 1/30), représentent le grilloir à gaz à double effet, de M. Tulpin aîné, de Rouen :

1º Élévation de face, et d'après la coupe suivante *ed*, *ef*;

2º Élévation de côté, coupe suivant *ab* ;

3º Plan; coupe suivant GH.

Légende.

AA′ Bâtis de la machine.
aa′ Supports de la tournette et du plieur.
BB′ Entretoises reliant ces parties.
C Tournette d'appel.
D Plieur mécanique.
E Rouleau de pression.
F Rouleau d'appel portant les poulies de commande. 60 tours à la minute pour griller les articles coton, et 50 pour griller les articles laine.
G Bassin contenant de l'eau.
H Rouleau placé dans le bassin G, et plongeant à moitié dans l'eau. Ce rouleau est toujours en contact avec le tissu et sert à éteindre les duvets enflammés qui peuvent encore exister.
II′ Lignes de flamme formées chacune par une série de tubes brûleurs placés bout à bout.
JJ′ Chandeliers supportant les tubes brûleurs. Ceux J′ des bouts sont munis d'un robinet pour rétrécir à volonté la largeur des lignes de flamme, cette largeur peut être augmentée également par l'addition de tubes brûleurs, d'après la largeur du tissu à griller.
KK′ Hottes placées au-dessus des lignes de flamme.
LL′ Diviseurs fixes de flamme placés au milieu de chaque hotte.
L″L‴ Diviseurs partiels s'ajoutant aux extrémités des diviseurs fixes, suivant le nombre de tubes que l'on allume.
MM′ Glissières ou plaques mobiles articulées qui viennent contre les extrémités des diviseurs de flamme et servent à intercepter toute communication de l'air extérieur dans les hottes.
N Ventilateur aspirant, en communication avec les hottes au moyen des culottes OO′. Il sert à enlever tous les fils ou poils qui sont détachés du tissu au moment du grillage.
P Petit ventilateur refoulant de l'air dans les tuyaux d'arrivée de gaz pour en opérer le mélange avant la combustion.
QQ′ Brosses plates servant à relever le poil du tissu au moment de son grillage.
RR′R′R‴ Rouleaux de détour du tissu. Pour griller 4 fois le même côté avec 2 flammes, et 2 fois le même côté avec une seule flamme, le rouleau R^4 se place en S, ainsi que l'indiquent les tracés donnant les différents passages de tissus pour ces opérations.
T Barre d'embarrage placée à l'entrée du tissu dans la machine.
UU′U″U‴ Rouleaux en fer mobiles dans le sens longitudinal; ils peuvent à volonté s'approcher ou s'éloigner des lignes de flammes, suivant le grillage que l'on veut obtenir.

La vitesse du grand ventilateur est de 1200 tours par minute, pour les tissus de $1^m,80$ de large et au-dessus. Pour les tissus d'une largeur au-dessus de $1^m,80$, la vitesse est de 800 tours.

On peut griller avec cette machine 25 à 30 pièces de 100 mètres à l'heure, soit 30,000 mètres en 10 heures. Sa dépense de gaz est 1 mètre cube par 100 mètres de tissu grillé, de 1 mètre de large.

Les avantages que présente cet appareil peuvent se résumer en peu de mots : La rapidité du travail et la perfection des résultats sont constatées aujourd'hui par l'expérience, et j'ai reçu à ce sujet des communications de nos plus grands fabricants d'Alsace, qui ne laisseraient aucun doute dans mon esprit, si la propre expérience que j'ai faite, en faisant fonctionner sous mes yeux le grilloir de M. Tulpin, ne m'avait déjà convaincu des avantages qu'il a sur tout autre appareil de ce genre. Les lisières qui, avec l'ancien flambage, étaient flottantes et restaient par conséquent en dehors de l'action de la flamme, sont avec le système nouveau aussi complétement débarrassées de leur duvet que le milieu de la pièce : de plus, l'odeur que répandaient autrefois ces tissus, pendant leur grillage, a complétement disparu. Ce sont là des avantages qui, joints à celui de la grande rapidité avec laquelle est conduite l'opération, suffisent largement à lui assurer une supériorité incontestable sur tous les grilloirs qui ont été employés jusqu'à ce jour. C'est à l'ingénieur de la maison Wesserling qu'il faut attribuer le mérite d'avoir ajouté à l'appareil que je viens de décrire, le petit ventilateur P, qui sert à refouler l'air dans les tuyaux de conduite du gaz, avant d'en opérer la combustion.

C'est là une idée fort heureuse que M. Tulpin s'est empressé d'adopter dans la construction de ses appareils.

Machine à laver les écheveaux de laine, coton, fil, soie. — Au moyen de cette

nouvelle machine, les écheveaux sont lavés avec une grande rapidité et sans que jamais les fils ne puissent s'emmêler, aussi les blanchisseurs et les teinturiers trouvent un avantage immense à s'en servir.

La planche n° VI en donne le dessin en élévation, avec la coupe de la cuve, suivant *ab* et le plan. (Échelle au 1/20.)

LÉGENDE.

AA'A''A''' Cuve en bois divisée en deux compartiments distincts.
BB' Vannes pour la vidange de chaque compartiment.
CC' Colonne portant la traverse supérieure,
D Traverse supérieure à laquelle sont fixés tous les organes du mouvement de rotation des bobines.
FF'F''F''' Bobines sur lesquelles se placent les écheveaux à laver.
G Traverses portant les bobines.
H Poulies à gorge recevant le mouvement du petit arbre oblique et le transmettant à la corde fixe H.
I Cone de commande à 3 étages.
K Bielle donnant le mouvement de va et vient aux bobines.
L Contrepoids tendeur de la corde. Il y en a 1 pour chaque corde.
N Arbre oblique transmettant le mouvement aux poulies à gorge de commande.

Cette machine, que l'on peut voir fonctionner à l'Exposition, présente tous les avantages d'un lavage parfait, joints à ceux de la rapidité du travail. Le jeu des bobines F F' F'' est si rigoureusement combiné, que jamais les fils ne peuvent s'emmêler, et que l'ouvrier n'a pas à se préoccuper de cet inconvénient si grave qui se produit continuellement pendant les opérations du lavage ordinaire à la main.

Machine à essorer les tissus au large pour éviter les plis. (Pl. IV *des Études.*) — On sait avec quelle lenteur sèchent les draps en sortant des appareils de lavage après leur teinture ; il fallait trouver un moyen d'enlever rapidement au tissu l'eau qu'il avait absorbée, sans produire des plis ineffaçables qui se forment par la torsion, ou par l'emploi de l'hydro-extracteur. Le nouvel appareil de M. Tulpin répond complétement au double but qu'il s'était proposé. La Planche IV en représente le plan, le profil et l'élévation. L'échelle est au 20me.

LÉGENDE.

aa'a''a''' Tambour sur lequel on enroule le drap à essorer. Il ne faut pas y mettre plus de 40 à 45 mètres à la fois.
b Coussinet supportant les bobines des draps enroulés, sortant des laineries pour les essorer ; ces draps sont après l'essorage enroulés de nouveau sur les mêmes bobines.
cc Poulies de commande de la bobine d'enroulage, lorsqu'on enroule le drap sortant du tambour.
d Poulie de frein du tambour, pour arrêter sa volée lorsqu'on déroule la pièce qu'il porte pour s'enrouler sur la bobine.
e Poulie de friction mobile sur l'arbre du tambour.
f Plateau de friction commandant la poulie *e*. Cette dernière est ramenée vers le centre dudit plateau au début de la mise en marche, puis, petit à petit, elle est conduite du centre à la circonférence, ce qui a pour conséquence d'augmenter la vitesse dans la proportion de la différence du diamètre existant entre le plateau et la poulie de friction.
H Vis de rappel de la poulie de friction.
ii Poulies de commande.

Tambour à ramer et à sécher, à chaîne sans fin. Échelle de 0m,33 *par mètre.* (PL. V *des Études.*) — Cet appareil est des plus ingénieux et des mieux combinés pour sécher les tissus de toutes largeurs et les maintenir dans une même direction, c'est-à-dire à droit fil, en conservant la même largeur pendant tout le temps que dure l'opération. Les fabricants les plus importants de la France et de l'Allemagne l'ont adopté et en reconnaissent tout le mérite. Il suffit de lire la légende suivante pour en connaître la marche et apprécier la simplicité de sa construction.

LÉGENDE.

AAAA Plaques creuses en tôle chauffées à la vapeur. Il y en a douze semblables venant à se toucher et formant dans leur ensemble un tambour ayant 3m,920 de diamètre. La largeur des plaques, et par conséquent du tambour, est variable suivant la largeur des tissus que l'on veut ramer et sécher.

aaaa Chaîne sans fin.

Il y en a deux semblables : l'une fixe s'enroulant sur le guide circulaire *b*, l'autre mobile s'enroulant sur le guide circulaire mobile *b'*. C'est à ces chaînes que l'on fixe les pièces portant les picots qui servent à accrocher et retenir le tissu à ramer dans sa largeur et à fil droit, comme dans la rame fixe ordinaire.

B Bande circulaire fixe portant les guides *bc*.

B' Bande circulaire mobile portant les guides *b'c'*.

bb' Guides en fer carré des chaînes sans fin : l'un sur la bande circulaire B, l'autre sur celle mobile B'.

cc' Guide formé d'un fer en *U*, dans lequel se meut le gallet placé dans la partie supérieure des guides chaînes droits placés à l'avant du tambour.

dddd Platines fixées contre les plaques creuses formant le tambour. Le guide en U, fixé sur la bande circulaire fixe B, est lui-même maintenu par des vis dépendantes des platines. C'est par ce moyen que la bande est rendue fixe.

e Guide chaîne fixe, placé à l'avant du tambour et articulé en *c'*, afin de pouvoir suivre les variations de son guide circulaire *b*, dans lequel glisse un gallet *c''*, dépendant de sa partie supérieure.

f Guide chaîne mobile placé en regard de celui ci-dessus; il articule en *f'*, afin de suivre les variations de son guide circulaire *b'*, dans lequel glisse un gallet *f''* dépendant de sa partie supérieure.

gg' Vis de rappel de la partie inférieure du guide chaîne mobile *f*.

hh Pignon placé sur la vis de rappel.

I Pignon de commande de celui *h*.

ij Arbre de commande du mouvement de rappel de la bande mobile circulaire B', et portant le pignon I. On peut donc, par le même arbre, donner également le même mouvement de rappel au guide chaîne mobile *f*.

k'' Roue à rochet de commande de la chaîne sans fin, à position variable.

ll' Fourchette dépendante du guide chaîne *f*, dont les dents viennent s'engager dans une gorge dépendante de la roue à rochet *k''*, qui, de cette façon, suit le mouvement de rappel imprimé au guide chaîne.

kk' Roue à rochet de commande de la chaîne sans fin, ne variant pas de position.

mm' Roue de commande placée sur l'arbre portant les roues à rochet, de commande des chaînes.

nn' Arbre portant les roues à rochet de commande des chaînes sans fin.

o Roue intermédiaire.

pp' Poulie de commande à plusieurs gorges, sur l'arbre de la poulie se trouve placé le pignon de commande.

qq' Chaise supportant l'arbre de commande.

rr' Rouleau de détour, sur lequel passe le tissu après avoir été dépiqué pour aller au pliage.

ss' Rouleau d'appel des tissus après séchage.

tt' Rouleau de pression de l'appel des tissus.

uu' Plieur.

vv' Poulies de commande de l'appel du tissu.

DD' Leviers articulés se raccordant par les bielles EE, à la bande mobile circulaire B.

FF' Arbre central formant l'axe du tambour; il est creux et porte à son milieu une cloison étanche de fonte, formant deux chambres séparées : le côté F sert pour l'arrivée de la vapeur; le côté F' sert à l'évacuation de l'eau de condensation.

II Tuyaux de distribution de vapeur aux plaques formant le tambour; leur prise se fait sur l'arbre central du côté F. Il y en a 12, c'est-à-dire autant que de plaques creuses.

II' Tuyau d'évacuation de l'eau condensée, portant des plaques creuses pour se déverser dans la chambre du côté F' de l'arbre central. Il y en a également 12.

LL' Manchon mobile sur l'arbre central, et auquel se rattachent les 12 leviers articulés DD', faisant agir la bande circulaire mobile B.

MM' Fourchette de commande du manchon mobile L, commandée par une vis de rappel, sur le bout de laquelle il y a une roue K commandée par un pignon à pas sans fin placé sur le bout de l'arbre JJ'.

NN' Guide de la fourchette.

P Moyeu claveté sur l'arbre central et portant les rayons du tambour. Il y en a un de chaque côté du tambour.

QQ'Q'' Rayons du tambour portant les cercles formant jante. Il y en a 12 semblables de chaque côté.

TT' Cercles en fer formant jante et auxquels sont attachées les équerres qui supportent les plaques creuses.

VV Batis supportant le tambour.

XX'X'' Ventilateurs.

Régulateur de pression dans la détente de la vapeur. — M. Tulpin est aussi l'in-

venteur d'un appareil fort utile, qui est destiné à régulariser la pression dans la détente de la vapeur, c'est-à-dire de maintenir constante la pression de la vapeur dépensée, quelles que soient les variations de la dépense dans les appareils, ou de la pression dans le générateur.

La planche XLIX donne une idée exacte de cet appareil.

La vapeur détendue agit sous le piston P, par l'intermédiaire de l'eau contenue dans le tube TT, et de la rondelle en caoutchouc C, qui est fixée dans la monture en fonte MM. On charge le piston au moyen d'un poids K, suspendu à un levier et variable selon la pression que l'on veut donner; tant que celle-ci reste au degré qu'il s'agit de maintenir, le piston ne bouge pas; aussitôt que la pression varie, l'équilibre est rompu, le piston se met en mouvement et fait à son tour mouvoir la valve placée sur le parcours de la vapeur, et l'ouverture d'admission est immédiatement diminuée si la pression augmente, et agrandie si la pression diminue.

La sensibilité de cet appareil est due à la rondelle de caoutchouc, qui, par sa souplesse, se prête à tous les mouvements, et transmet la pression qu'elle subit sans frottement et sans perte de vapeur. Cette pression est communiquée à la rondelle au moyen de la colonne d'eau TT, pour éviter le contact direct de la vapeur, dont l'action est trop destructive. Les orifices 0,0, qui sont fermés par des bouchons à vis, servent à chasser l'air et à introduire l'eau dans le tube TT, quand, par une cause quelconque, celle qu'il contient vient à disparaître.

La valve est en laiton et fixée sur un axe en acier, tournant sur deux pointes. Quand le maximum d'ouverture est atteint, le piston se trouve arrêté dans son mouvement par un butoir qui est fixé à la douille de fonte, et qui, pénétrant dans une entaille longitudinale faite dans la tige du piston, en arrête la course quand il touche l'extrémité de cette entaille. Le petit manomètre à cadran, représenté sous la figure vue de face, sert à indiquer la pression de la vapeur détendue dans le tube TT.

L'appareil de M. Tulpin est adopté dans plusieurs établissements importants de l'Alsace et de la Normandie. Je l'ai moi-même expérimenté dans les fabriques que j'ai dirigées, et j'ai toujours été satisfait de la manière dont il fonctionnait.

M. Tulpin construit aussi d'excellentes machines à imprimer au rouleau, à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 couleurs, des hydro-extracteurs, des machines à graver, des dégorgeuses, en un mot, tous les appareils qui sont employés dans les fabriques d'indiennes et dans les teintureries. Le nombre en est grand et la perfection des appareils qui sont exposés au Palais de l'industrie peut donner la mesure du talent inventif qui préside à la construction de toutes les machines qui sortent de ses ateliers.

§ 2. J. Ducommun et Cie.

Constructeurs de machines à Mulhouse (Haut-Rhin).

L'exposition de M. Ducommun consiste en une série de machines-outils, dont je n'ai pas à m'occuper ici, et en machines qui servent à l'impression des tissus et à la gravure des rouleaux.

Machine à imprimer à 6 couleurs. — Le mérite principal de cette machine consiste dans une disposition particulière qui, en permettant d'éloigner ou de rapprocher les rouleaux gravés du cylindre presseur, donne la facilité d'imprimer avec des rouleaux de différentes grosseurs, qui varient d'après les

genres d'impressions et la grandeur des dessins. C'est ainsi que l'on peut imprimer des indiennes avec de petits cylindres de 140 millimètres de diamètre, et les mouchoirs avec de gros cylindres de 180 à 240 millimètres de diamètre.

La machine à vapeur angulaire qui la commande est de la force de 8 chevaux quand la vitesse est de 100 tours par minute, et de 12 chevaux pour 150 tours, la vapeur étant à la pression de 5 kil. par centimètre carré. Cette vitesse se règle à l'aide du robinet d'admission de la vapeur dans les cylindres.

La petite machine à imprimer à une couleur, pour rubans et pour laboratoires, est un spécimen qui peut servir aux démonstrations des principes de l'impression dans les écoles professionnelles. Elle aurait pu être plus complète et d'une construction plus légère, surtout dans quelques-unes de ses parties; mais, telle qu'elle, elle donne bien l'idée du travail de fabrique.

La machine à enrouler les tissus est d'un système nouveau, et c'est par l'intermédiaire de deux crémaillères que la pression s'exerce sur le rouleau enrouleur au moyen d'une friction. Cette pression est interrompue par le mouvement d'une pédale, sur laquelle l'ouvrier peut appuyer le pied. Les plis de l'étoffe disparaissent avant l'enroulage, au moyen de l'élargisseur à vis qui est placé à l'entrée de la machine, et le duvet provenant du tondage est enlevé par quatre brosses commandées par une même corde.

La tondeuse à deux porte-lames est aussi munie d'un appareil de nettoyage, qui enlève le duvet avant l'enroulage de l'étoffe; les deux porte-lames peuvent être levés ou abaissés séparément : c'est cette disposition qui distingue cette tondeuse des autres appareils du même genre.

Machine à élargir les tissus. — Le principe de ces machines consiste en général à faire passer les étoffes entre des cylindres cannelés, qui, en distendant les fils qui les composent, les élargissent de la différence qui existe entre la ligne droite et la ligne courbe que forment les cannelures; plus ces cannelures sont enfoncées les unes dans les autres, et plus l'étoffe forcée de passer entre elles sera élargie; mais pendant ce passage entre les cylindres cannelés, l'étoffe s'éraille souvent, et même se déchire quelquefois. MM. Ducommun et Cie ont obvié à ces graves inconvénients, en adoptant une courbe particulière pour leurs cannelures et en les recouvrant d'une enveloppe en caoutchouc.

Cuve à lessiver ou à passer en chaux les tissus à blanchir. — Cet appareil est à haute pression et permet de diminuer de deux tiers le temps employé à la même opération avec les anciennes cuves. C'est au moyen d'un injecteur que l'eau de chaux ou la lessive alcaline, contenue dans la partie inférieure de la cuve, est déversée à la partie supérieure, au-dessus des tissus qui y sont placés; il se produit ainsi un mouvement continu de haut en bas de la lessive à travers les tissus, dont toutes les parties sont ainsi également soumises à son action dissolvante.

Machine à tracer les hachures sur les molettes déjà gravées. — Quand on veut ajouter des hachures à un dessin déjà gravé sur une molette, on commence par remplir la gravure de cire à cacheter et on la pousse pour la rendre unie, puis on la recouvre de mastic à la colophane. La molette ainsi préparée est placée sur la machine de M. Ducommun, et les hachures y sont tracées au moyen d'une pointe d'acier ou de diamant, de manière à découvrir le métal. Ce travail étant achevé, on recouvre au pinceau les parties du dessin qui ne doivent pas avoir de hachures de mastic à la colophane, et on plonge la molette dans un bain d'acide muriatique ou nitrique à 15° B, en la tournant légèrement sur son axe; l'acide attaquera le métal aux endroits non recouverts de mastic et formera les hachures sur la molette.

On peut, au moyen de cette même machine, diviser les molettes avant d'y tracer les dessins à graver; le diviseur de la vis sert à faire les divisions perpendiculairement à l'axe des pointes, le diviseur sur l'arbre de la poupée fait les divisions sur la circonférence de la molette. La vis à pas allongé commande la roue du diviseur de la molette, lorsqu'on veut obtenir de faibles biais, c'est-à-dire une hélice allongée.

MM. Ducommun et Cie ont aussi exposé *une machine à couper des hachures sur les cylindres d'impression.* — Ces hachures ont l'avantage de résister plus longtemps que les précédentes à l'action de la racle et des couleurs. Le mérite de cette machine consiste surtout dans la régularité du travail, car l'ouvrier retombe toujours dans la première hachure après avoir fait le tour du cylindre.

Machine à évider les planches d'impression. — La machine fait mouvoir des outils circulaires, d'une forme particulière, faisant 4,000 tours à la minute; au moyen d'un ventilateur à hélice, placé au-dessus de l'outil, les copeaux qui se forment pendant le travail sont chassés au loin, et l'ouvrier peut suivre facilement à la main le dessin qui a été tracé à l'avance sur la planche que l'on veut évider.

Hydro-extracteur à arbre fixe. — Le panier de cet appareil est garni intérieurement et à sa partie supérieure d'un pivot en acier, qui repose sur le haut de l'arbre qui est fixe. Cette disposition rend l'équilibre de l'ensemble plus constant que si l'arbre tournait avec le premier. La friction intérieure est invariable, tandis que celle de l'extérieur peut varier, selon qu'on éloigne ou qu'on rapproche du centre du plateau qui la commande la poulie qui la produit.

MM. Ducommun et Cie ont encore exposé une série de machines-outils (dans la classe 54 du groupe VI), tels que deux balanciers découpés, pour emporter une pièce dans un morceau de tôle; un tour à platiner et un tour à tourner les vis des montres sans desserrer la pièce.

Ce grand ensemble de machines place MM. Ducommun et Cie au premier rang parmi nos mécaniciens constructeurs, et fait honneur à M. Jules Ducommun, fondateur de cette ancienne maison, ainsi qu'à ses deux associés : M. Paul Heilmann Ducommun et M. Vincent Steïnlen.

§ 3. André Kœchlin *à Mulhouse.*

Il est regrettable que cette grande et ancienne maison, si connue dans le monde entier par ses magnifiques produits, n'ait pas envoyé quelques-unes de ces machines qui sont construites dans ses ateliers avec tant de perfection.

M. André Kœchlin, qui a surtout la spécialité des grandes constructions, s'occupe cependant aussi des machines qui ont trait à l'impression des tissus, et comme je l'ai dit dans mon premier article, c'est à lui que nous devons de nombreuses innovations successivement introduites dans la construction des appareils qui sont employés dans les fabriques d'indiennes. J'aurais désiré donner au lecteur un dessin de la machine à imprimer à 12 couleurs que M. André Kœchlin a construite pour plusieurs maisons de l'Alsace, et qui répond si parfaitement aux besoins actuels de rapidité et de précision dans le travail, mais je n'ai pu me le procurer et il ne me reste qu'à exprimer ici le regret que j'en éprouve.

Les fabricants d'impressions sur étoffes se sont principalement appliqués à produire, dans l'espace de temps le plus restreint, la plus grande quantité de marchandises possible, et pour atteindre ce but, il leur fallait avant tout, un matériel d'impressions au rouleau qui pût satisfaire aux exigences nouvelles de la fabrication.

M. André Kœchlin est le seul de nos constructeurs qui ait jusqu'à présent

entrepris la construction des machines à 12 couleurs, commandées par des moteurs spéciaux qui permettent de varier les vitesses suivant les besoins de la fabrication, et suivies d'appareils de séchage assez puissants pour que l'impression des 12 couleurs, qui se fait simultanément, reste pure et aussi nette que possible.

§ 4. *Nouveau système de blanchiment des fils et des étoffes de lin et de coton par* MM. L. Jarosson *et* A. Bassaert, *à Lille*.

Les inventeurs de ce système remplacent le lessivage ordinaire par un vaporisage des fils ou des tissus préalablement imbibés de lessive de potasse ou de soude, et c'est surtout dans cette application nouvelle que réside le mérite de leur invention. Les opérations subséquentes se font comme dans les anciennes méthodes.

La figure suivante représente l'appareil qui figure à l'Exposition.

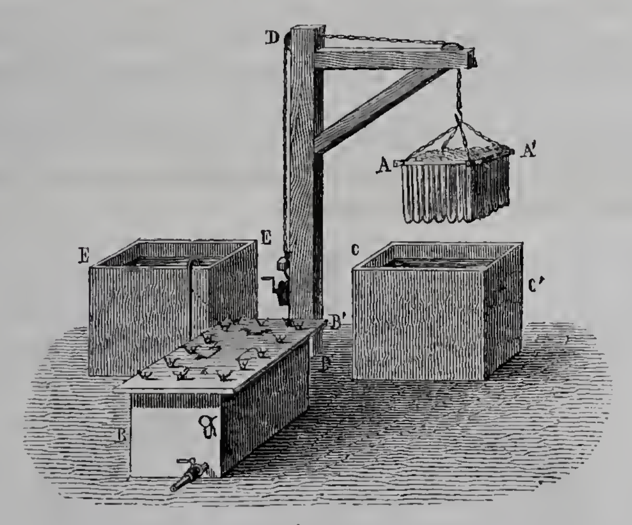


Fig. 1.

L'opération consiste à tremper les fils suspendus en AA', à des baguettes placées dans une caisse en fer, dans une dissolution alcaline, marquant de 1° à 4° à l'aréomètre ; on les enlève, après leur immersion, au moyen d'une grue mobile à laquelle est suspendu le cadre ; on laisse bien égoutter le liquide excédant, puis on dirige le cadre au-dessus de la caisse à vapeur BB'.

Cette caisse est en tôle et munie d'un couvercle qui reste hermétiquement fermé pendant l'opération.

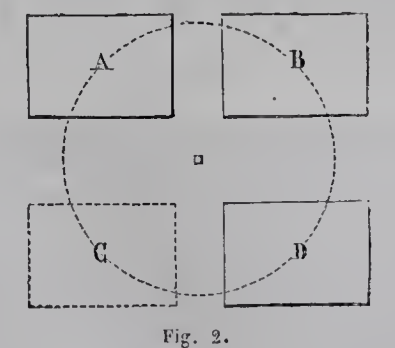


Fig. 2.

La vapeur est introduite à une pression de 2 atmosphères, et la durée du vapo-

risage reste de 1 1/2 heure à 2 heures, selon la force des fils; après le vaporisage on fait remonter le cadre, et on procède aux opérations subséquentes du lavage, du chlorurage et du traitement par les acides, de la même manière que pour l'immersion dans la lessive; c'est-à-dire, au moyen de 3 bacs A, B, D, contenant les bains de chlorure de chaux, d'eau pure et d'eau acidulée, comme le représente la figure 2 de la page précédente.

Les fils blanchis et lavés passent à la machine à sécher (fig. 3), dont l'installation ne demande que 4 mètres de surface. La construction de cette petite machine est fort simple. L'air chaud y est introduit au moyen de ventilateurs par deux bouches A A′, dans la petite chambre où est suspendu le cadre qui supporte les écheveaux B B′; T est un tuyau placé dans le haut de l'appareil pour faire échapper l'air chargé d'humidité.

L'ensemble des opérations du blanchiment se fait avec une grande rapidité, au moyen de cet appareil, et le fil écru que l'on reçoit le matin peut être rendu le soir tout préparé pour le tissage.

Les avantages du système consistent, d'après les constatations de plusieurs fabricants, en une économie de 60 à 75 % dans l'emploi de la soude, et du combustible.

Il n'y a en effet pas de perte de matières premières et les bains alcalins peuvent être épuisés complétement; il suffit de les remplacer à mesure que les fils les absorbent pendant leur immersion.

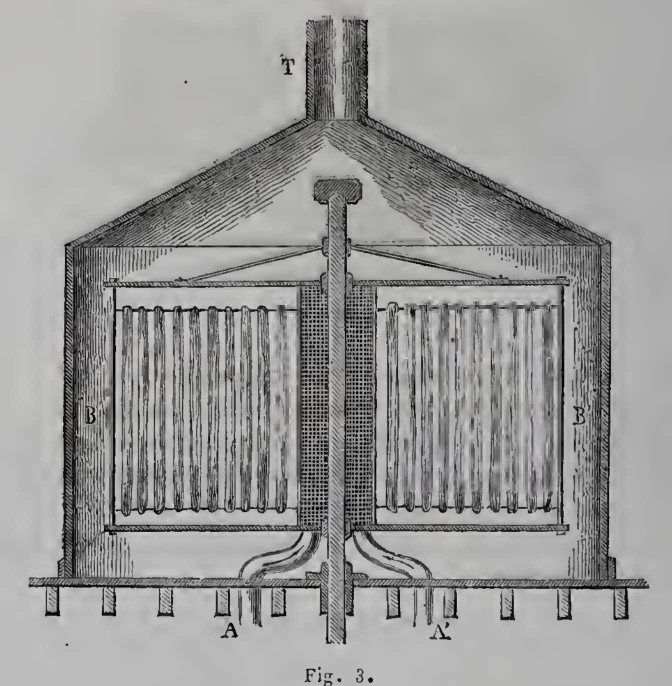


Fig. 3.

La durée du vaporisage qui est 4 fois moins longue que celle du débouillissage en cuve, explique l'économie du combustible, et avec un seul appareil semblable à celui qui figure à l'Exposition, on peut décreuser 2,500 kilos de fil par jour.

Les bains de chlorure de chaux peuvent aussi être moins forts que ceux que l'on emploie après le décreusage ordinaire, ce qui prouve que les fils sont mieux préparés à subir l'action décolorante du chlore dans le nouveau système que dans l'ancien.

Ce sont là des avantages sérieux dont les fabricants doivent nécessairement

tenir compte, et le nombre déjà considérable des établissements qui ont adopté le système de MM. Jarosson et Bassaert, prouve que l'industrie a su les apprécier.

Le même système peut s'appliquer au blanchiment des tissus de fil et de coton, et l'expérience a prouvé que les résultats obtenus ont été aussi favorables que pour les fils.

Les appareils ont subi nécessairement une modification dans leur disposition.

Les pièces sont imbibées dans le bain alcalin au moyen des machines à foularder, pour être ensuite placées mécaniquement sur des baguettes et portées dans l'appareil où elles sont exposées à l'action de la vapeur. Cette action qui est uniforme rendra aussi la saponifiation des matières grasses plus facile et plus régulière; toutes les parties du tissu étant également imbibées, et également exposées à la vapeur, le décreusage sera plus complet et plus régulier qu'au moyen des anciennes cuves.

Les avantages que présente le nouveau système de blanchiment que je viens de décrire, se confirmeront surtout, quand nos grands industriels de l'Alsace l'auront expérimenté. Quand il se blanchit annuellement 400,000 pièces de 100 mètres de longueur dans un seul établissement, on ne peut hésiter à faire les expériences nécessaires à la constatation d'une économie aussi considérable que celle que MM. Jarosson et Bassaert ont obtenue pour le blanchiment des fils et des tissus de lin.

Je crois pouvoir prédire ici qu'en empruntant quelques-uns des appareils employés dans cette méthode et en y appliquant le nouvel élément de blanchiment que je vais examiner plus loin, les fabricants d'indiennes obtiendront des résultats tellement avantageux, qu'aucun d'eux n'hésitera à renoncer aux méthodes suivies jusqu'à ce jour.

§ 5. *Blanchiment de coton par* MM. Tessié du Mothay *et* Maréchal (*de Metz.*)

Le nouveau principe qui a guidé les inventeurs, est celui de la décoloration, par l'oxygène à l'état naissant, des matières colorantes qui existent dans les fibres des tissus quand ils sont à l'état d'*écru*. Le chlore est jusqu'à présent l'agent oxydant généralement employé pour décomposer ces matières colorantes d'une manière rapide et cet agent énergique a permis de supprimer les longues expositions sur les prés des tissus et des fils d'origine végétale. L'oxydation se faisait dans ce dernier cas très-lentement et exigeait un temps trop précieux pour que tous les efforts des chimistes n'aient pas été dirigés vers la découverte d'un agent énergique qui pût l'opérer rapidement. C'est une des gloires de Berthollet d'avoir appliqué le chlore au blanchiment des tissus, en l'année 1791, et, depuis près d'un siècle, cette méthode semblait devoir satisfaire à tous les besoins de l'industrie. Cependant ces besoins s'accroissent chaque jour, et ce qui semblait parfait la veille, ne suffit plus le lendemain.

La méthode nouvelle que je vais décrire repose, comme le disent les inventeurs : 1° sur l'emploi des substances pouvant fournir de l'oxygène actif en quantité plus grande que l'air atmosphérique, sans avoir pour cela d'action délétère sur les fibres et les tissus; 2° sur l'emploi des dissolvants ayant la propriété d'oxyder et de dissoudre tout à la fois la matière colorante des textiles.

Les agents d'oxydation reconnus les plus efficaces, les plus aptes à remplacer l'action combinée de l'air, de la lumière, du chlore et des hypochlorites, sont : 1° l'acide permanganique que les inventeurs produisent par la décomposition des permanganates au moyen de l'acide hydrofluosilicique; 2° les permanganates alcalins additionnés de chlorures, de sulfates, de fluosicates alcalino terreux,

capables de former des sels avec la base de l'acide permanganique, au moment même où cet acide décomposé par les fibres passe à l'état basique.

Considérons par exemple un bain de permanganate de soude additionné de sulfate de magnésie: si l'on y plonge des fibres, fils ou tissus, après les avoir dégorgés dans de l'eau chaude et dépouillés des matières grasses dans une lessive alcaline, ceux-ci décomposeront l'acide permanganique et se blanchiront sous l'action de la partie de son oxygène dont ils se seront emparés. Ils se recouvriron en même temps d'un mélange de sesquioxyde et de peroxyde de manganèse, et la soude du permanganate étant rendue libre, réagira sur le sulfate de magnésie qui l'accompagnait, se transformera en sulfate de soude et précipitera la magnésie dans les fibres du tissu. Il ne s'agit plus que d'enlever les oxydes de manganèse qui sont fixés sur les fils ou les tissus et les colorent en brun. On plonge à cet effet les étoffes, soit dans une lessive alcaline bouillante, soit dans des bains contenant en dissolution de l'acide sulfureux, ou de l'acide azoto-sulfurique ou de l'eau oxygénée, jusqu'à complète dissolution des oxydes. Après cela on les lave et on recommence les opérations précédentes jusqu'à leur complète décoloration. Il suffit de 2 à 6 kilogrammes de permanganate de soude pour blanchir 100 kilogrammes de coton, de lin ou de chanvre, filés ou tissés.

Ce procédé est légèrement modifié pour les laines et les soies: la lessive alcaline est remplacée par une dissolution faible de savon, et on emploie l'acide sulfureux seul pour dissoudre les oxydes de manganèse.

L'application industrielle de ces procédés faite dans les usines de M. *Verlay*, à Comines (Nord), a mis en évidence des résultats fort avantageux pour le blanchiment des fils et des toiles de chanvre et de lin. Les premiers sont blanchis dans une journée, et les secondes en trois jours sans altération. Le prix de revient du blanchiment est en moyenne, pour les fils, de 35 centimes le kilogramme et pour les toiles, de 6 francs les 100 mètres.

Le prix de revient du blanchiment est par les méthodes ordinaires de 45 centimes par kilogramme, et pour les toiles de 9 francs les 100 mètres. De plus, les premiers exigent de 15 jours à 1 mois, et les toiles de 1 à 2 mois pour être parfaitement blanchis.

Ces données suffisent pour faire ressortir l'immense avantage du nouveau système, quand il s'agit de tissus et fils de lin ou de chanvre, mais les inventeurs ont compris que les méthodes actuelles de blanchiment du coton étant beaucoup plus économiques (environ 1 fr. 50 centimes pour une pièce de 100 mètres), il leur fallait modifier leur système, et au lieu de permanganates alcalins dont le prix d'achat est encore trop élevé malgré les procédés économiques de leur fabrication, ils ont employé des sels de manganèse ordinaires, que le commerce livre à des prix minimes; en se servant des appareils de M. Jarosson pour leurs lessivages, en employant les hypochlorites comme auxiliaires efficaces, ils sont arrivés à des résultats qui sont des plus satisfaisants aux deux points de vue de la rapidité et de l'économie. Ils obtiennent un avantage de 20 à 25 p. 100 sur les anciennes méthodes.

M. Tissié du Mothay est en relations avec plusieurs fabricants d'indiennes de Mulhouse, de Thann et de Wesserling, et les beaux résultats qu'il a obtenus pour le lin et le chanvre sont sur le point de se confirmer pour les fils et tissus de coton. Je puis donc, dès à présent, prédire à cette nouvelle méthode un avenir certain, et son adoption dans les grands établissements des fabricants d'indiennes, des blanchisseurs de fils et de tissus de coton, sera un des faits les plus remarquables de nos annales industrielles.

La propriété de l'acide permanganique, de céder son oxygène aux matières colorantes végétales en présence desquels il est placé, a été utilisée pour pro-

duire des impressions en enlevage blanc sur les tissus teints en couleurs d'aniline.

MM. Dangivillé et Gauthier, ont pris un brevet d'invention pour l'exploitation de ce procédé qui consiste à épaissir une dissolution d'acide permanganique à 6° B. au moyen de terre de pipe et de kaolin; cette dissolution est imprimée sur les tissus teints en couleur d'aniline, et, aussitôt que la coloration de l'étoffe en brun a remplacé celle de la teinture, on passe le tissu dans un bain légèrement acidulé au moyen d'acide sulfureux, et l'impression apparaît rapidement en un dessin blanc d'une grande pureté.

La production économique de l'acide permanganique par les procédés de M. Tissié du Mothay, trouvera une nouvelle application dans l'impression des enlevages de MM. Dangivillé et Gauthier.

Pays étrangers.

La Prusse n'a exposé que peu d'appareils ou de machines qui aient rapport à l'industrie qui fait l'objet de cette étude, et je ne puis qu'exprimer le regret que M. Hummel, l'habile constructeur de Berlin, n'ait pas envoyé à notre Exposition quelques spécimens de ses machines à imprimer les tissus. J'ai pu moi-même apprécier la bonne construction de ses perrotines, imitées de celle de *Perrot*, et celle de ses machines à imprimer au rouleau, à 3 et à 6 couleurs, que j'ai eu l'occasion d'employer en Allemagne et en Russie. Malgré son abstention, regrettable à tous égards, je joindrai à la mention que je viens de faire le dessin qui représente (PL. L), une machine à 8 couleurs, construite dans les ateliers de M. Hummel.

La pièce à imprimer est enroulée en X et vient s'engager entre le cylindre presseur A et les rouleaux gravés D, D′, D″, D‴, D^{IV}, D^{V}; D^{VI}, D^{VII}, pour ressortir en Y, et passer sur les plaques à sécher. Ces rouleaux sont imprégnés de couleurs au moyen des rouleaux fournisseurs qui plongent dans les baquets de couleurs B, B′, B″, B‴, B^{IV}, B^{V}, B^{VI}, B^{VII}, et qui communiquent la couleur à d'autres rouleaux qui viennent toucher les cylindres gravés; les racles qui sont placées au-dessus de ces derniers sont maintenues dans leurs positions par les poids qui sont suspendus à l'autre bout du fil dont une extrémité est fixée aux leviers qui s'y rattachent. Les vis V, V′, V″, V‴, V^{IV}, V^{V}, V^{VI}, V^{VII}, servent à régler le système de chaque rouleau gravé, et les grandes vis P P′ servent à déterminer la pression qu'il faut imprimer au rouleau presseur, et qui varie selon la nature des tissus et le genre de gravure des rouleaux. Cette machine se règle facilement, le raccord des différentes parties du dessin est facile à trouver et ne se dérange pas pendant l'impression.

Elle eût été digne de figurer à l'Exposition, où elle aurait fait honneur à son constructeur.

MM. Hérold et Hauer, de Vienne en Autriche, ont exposé une petite machine à imprimer les fichus de soie, que je ne cite que pour mémoire.

M. Robinson, de Salford près de Manchester, a envoyé une calandre à frottement pour glacer les tissus de lin et les calicots, qui me paraît, d'après le système adapté aux mouvements des cylindres, être d'une bonne construction.

GROUPE VI, *classe* 59.

Gravure des rouleaux.

Il s'est introduit des améliorations notables dans la gravure des rouleaux par l'application du pantographe et de la pile. La rapidité et la régularité apportées

dans le travail par ce nouveau mode d'opérer est un progrès immense dans la branche de l'industrie des impressions sur tissus, et, pour donner quelques exemples de la perfection avec laquelle on reproduit sur les cylindres d'impressions les dessins les plus compliqués et les plus riches en tons divers, je n'aurai qu'à citer les noms de MM. Feltrappe frères, à Paris, qui ont exposé des rouleaux gravés avec une grande habileté. Les tons mats sont parfaitement rendus, ainsi que les demi-teintes et les parties obscures des dessins; les indiennes qui sont jointes, comme spécimens d'impressions, aux rouleaux gravés sont bien fabriquées, et les dessins sont reproduits avec la plus grande exactitude de tons, ce qu'on ne pouvait faire autrefois qu'au moyen de plusieurs rouleaux.

M. Pigache, de Puteaux, a aussi exposé quelques rouleaux gravés pour l'impression des mousselines laine. Ce genre de gravure, qui nécessite une plus grande profondeur que pour les tissus plus légers, a été bien compris par cet exposant, et ses fonds mats sur tissus de laine sont parfaitement exécutés; les couleurs sont très-unies, très-vigoureuses, sans bavures, et les finesses des détails n'en sont pas moins conservées dans toute leur pureté et avec toutes les délicatesses du dessin qu'il fallait reproduire. J'ai toujours été satisfait de la gravure des rouleaux que j'ai confiée à M. Pigache pendant tout le temps que j'ai dirigé l'établissement que j'ai créé, il y a quelques années, à Puteaux, et je crois devoir le dire en cette occasion où chacun donne des preuves de son savoir-faire, et expose aux regards des hommes spéciaux les produits de son travail.

MM. Schiffettmann et Fuchs, de Mulhouse, ont exposé des rouleaux gravés pour les impressions de cretonne pour meubles, à plusieurs couleurs. Les impressions réalisées au moyen de ces rouleaux sont très-belles, et les échantillons de tissus imprimés que ces graveurs ont joints à leurs rouleaux sont d'une exécution irréprochable. Netteté des contours, graduation des teintes, égalité des tons plats, tout y est obtenu dans une juste mesure.

M. Nicolas Paul a exposé des planches en cuivre qui ont été gravées au moyen du pantographe, et leur exécution prouve la perfection que l'on atteint au moyen de ce procédé, malgré la rapidité du travail. Ce sont là deux qualités qui s'excluaient l'une l'autre à une époque encore bien rapprochée de nous.

GROUPE V, *classe* 44.

Matières colorantes.

FRANCE.

L'Exposition française des matières colorantes que l'on emploie pour les impressions sur tissus, est remarquable par la beauté et la pureté des produits qui appartiennent à la série si complète des dérivés de l'aniline et de ses congénères.

J'ai parlé assez longuement de ces produits dans mon premier article, et je ne ferai qu'ajouter ici quelques remarques, que la vue de nos riches vitrines ne peut manquer d'inspirer à tous ceux qui les examineront.

La matière colorante de la garance a aussi été l'objet d'études consciencieuses et couronnées d'un immense succès. Son isolement de toutes les matières étrangères auxquelles elle est unie dans la racine de la garance, et sa préparation industrielle sont des faits accomplis aujourd'hui, grâce aux recherches de nos habiles chimistes Kopp, Lauth, Pernod, etc.; ce progrès s'étant réalisé, les recherches non moins intéressantes de nos industriels de l'Alsace en ont fait le point de départ d'une révolution dans la fabrication des indiennes bon teint, et les magnifiques résultats qu'ils ont obtenus nous prouvent que cette révolution est bien près de s'accomplir complétement.

Ce seul fait de l'application de la matière colorante de la garance à l'état de couleurs vapeur, sur les tissus de coton et de soie, suffirait pour rendre la période qui s'est écoulée depuis la dernière Exposition de Londres, la plus remarquable dans les phases de l'industrie, et en y joignant la découverte du noir d'aniline, on peut dire que le plus grand progrès qui ait été réalisé jusqu'à ce jour dans la fabrication des toiles peintes s'est accompli à notre époque. Sa marche a été rapide dans ces derniers temps, et la voie qui s'ouvre devant elle la conduira sûrement à des résultats que l'on n'aurait osé prévoir, il y a quelques années, à peine.

Schaaff et Lauth, à Strasbourg. Ces fabricants intelligents qui ont si bien suivi la route que leur avait tracée un de nos chimistes les plus ardents à la solution des problèmes industriels (M. Kopp), ont exposé dans leur vitrine des échantillons d'alizarine verte et jaune et de purpurine, ainsi que les différentes laques cramoisies, ponceau, roses, que l'on peut produire avec la matière colorante de la garance. C'est avec l'alizarine et la purpurine, dont j'ai parlé dans la première partie de mon étude, que plusieurs fabricants ont réalisé la formation des couleurs vapeur de garance ; je crois être utile au lecteur en lui communiquant quelques indications sommaires sur la manière d'employer ces produits dans leurs différentes applications à l'impression et à la teinture des tissus de coton, de laine et de soie. C'est à M. E. Kopp de Saverne que l'industrie est redevable de l'isolement de ces principes colorants de la garance d'Alsace, et son procédé peut se résumer en quelques mots.

Il épuise la garance en la soumettant à l'action d'une dissolution faible d'acide sulfureux. Les eaux chargées de matières colorantes sont chauffées à la température de 30 à 40 degrés, et la *purpurine* se dépose en premier ; si l'on continue d'élever la température jusqu'au point d'ébullition, c'est l'alizarine verte qui se précipite au fond des cuves. Celle-ci peut être facilement dépouillée de la matière verte qui l'accompagne, en la faisant bouillir dans 15 à 20 parties d'essence de pétrole; on répète l'opération jusqu'à épuisement complet de la matière co-

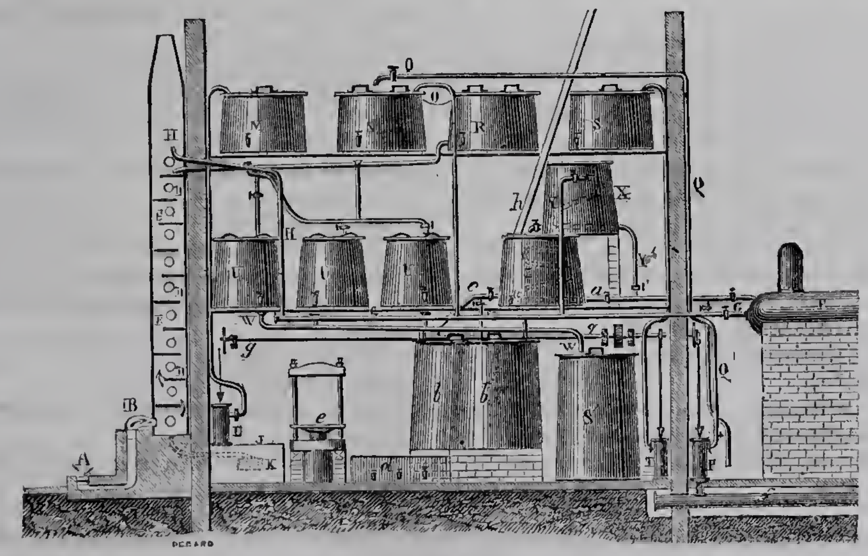


Fig. 4.

lorante, on laisse refroidir le liquide jusqu'à la température de 100°, et on y ajoute environ 12 p. 100 d'une solution aqueuse de soude caustique renfermant 6 à 8 p. 100 de son poids d'hydrate de soude. On agite le mélange, et la dissolution alcaline d'alizarine que l'on obtient ainsi est d'une belle couleur bleue

violacée; on précipite la matière colorante qu'elle renferme en la saturant avec de l'acide sulfurique. L'alizarine jaune ainsi obtenue est lavée et séchée ou conservée en pâte pour être employée. C'est surtout ce dernier produit dont on se sert pour la formation des couleurs d'application ou vapeur sur les tissus de coton. La purpurine convient très-bien aux mêmes usages, mais plus particulièrement pour les tissus de soie et la teinture de la laine.

MM. Schaaff et Lauth ont appliqué ces procédés de fabrication sur une grande échelle, et, comme ils me l'ont dit eux-mêmes, ils sont forcés de lui donner chaque jour plus de développement pour pouvoir suffire aux besoins toujours croissants de l'industrie des toiles peintes. La maison de MM. Scheurer, Rott, de Thann, absorbe à elle seule toute l'alizarine qu'ils peuvant produire, et comme je l'ai dit en examinant les indiennes de ces fabricants, ce sont eux qui ont, les premiers, appliqué cette matière colorante sur toile non mordancée.

La figure 4 (page précédente) représente une section verticale du bâtiment qui contient tous les appareils de fabrication qui ont été groupés ici d'une manière spéciale pour l'intelligence des opérations successives. Ce plan m'a été communiqué par MM. Schaaff et Lauth, d'après un rapport qui a été fait par M. Barreswill à la Société d'encouragement.

LÉGENDE.

A, canal pour la combustion du soufre.
B, tuyau conduisant le gaz sulfureux dans la colonne C.
C, colonne en bois pour la préparation de l'eau sulfureuse.
D, planchettes perforées recevant les copeaux de sapin.
E, ouverture pour l'introduction de ces copeaux.
F, chaudière à vapeur.
G, prise de vapeur.
H, tuyau amenant un jet de vapeur dans la colonne C.
I, tuyau amenant l'eau dans la colonne C.
J, réservoir en pierre, recevant l'eau sulfureuse formée dans la colonne C.
K, filtre dans lequel passe l'eau sulfureuse avant de couler dans le réservoir J, où elle est amenée par un tuyau de plomb.
L, pompe remontant l'eau sulfureuse du réservoir aux étages supérieurs.
M, cuve servant de réservoir à l'eau sulfureuse, qu'y envoie la pompe Z au moyen d'un tuyau vertical.
N, réservoir pour l'eau chaude.
O, tuyau amenant la vapeur au fond du réservoir N.
P, pompe envoyant l'eau au réservoir N.
Q, tuyau de conduite de l'eau au réservoir N.
R, réservoir d'eau froide alimenté par le tuyau Q.
S,S′ réservoirs supérieur et inférieur pour la liqueur de trempe.
T, pompe servant au moyen d'un tuyau vertical, à remonter la liqueur du réservoir S′ dans le réservoir S.
v,v,v, cuves de trempe.
V,V, tuyaux de communication des cuves de trempe avec les réservoirs M, N, R.
XY, tuyaux de communication des cuves U avec le réservoir S′.
X′, cuve à purpurine, munie d'un serpentin pour la circulation de vapeur.
Y, tuyau d'amenée de la vapeur dans le serpentin de la cuve X.
Y′, tuyau de retour de la vapeur.
Z, cuve à alizarine, munie d'un serpentin pour la vapeur; le tuyau Y amène la vapeur dans ce serpentin.
a, tuyau de retour de la vapeur sortant du serpentin de la cuve Z.
bb′, cuve de garancine.
cc′ tuyaux de communication de la cuve à alizarine avec celles à garancine.
d, bac refrigérant pour la garancine et l'alizarine.
e, presse hydraulique.
f, conduite d'eau.
g, arbre de couche, mettant en mouvement les pompes L, P, T.
h, canal en bois, pour le dégagement des vapeurs sulfureuses.

La garancine est fabriquée avec les résidus provenant de la fabrication de l'alizarine et de la purpurine. Elle ne vaut que la moitié en poids de la garancine produite directement; mais elle donne de plus beaux violets à la teinture des indiennes.

Je joins aussi à ces indications la note suivante que MM. Schaaff et Lauth m'ont adressée sur l'emploi de leurs extraits. L'importance qu'ils ont dans l'industrie des toiles peintes justifie la place que je leur donne dans cette étude.

Purpurine. — La purpurine sèche représente comparativement à la garance de cinquante à soixante fois la valeur colorante de cette dernière; elle est très-légèrement acide et doit en teinture être neutralisée avec 1 à 2 p. 100 de craie, de cristaux de soude ou de sous-carbonate d'ammoniaque. Elle est soluble dans l'ammoniaque, dans l'acide acétique et les carbonates et bi-carbonates alcalins, et même dans l'eau pure.

La purpurine teint avec une très-grande facilité et sans que la température du bain soit très-élevée; ce dernier est d'une limpidité parfaite, et le même bain peut servir jusqu'à ce qu'il soit épuisé.

Sur calicot les mordants rouges et roses, ainsi que le noir, se teignent très-promptement; un léger savon de 45 à 50° rétablit le blanc et avive suffisamment les couleurs; les mordants violets se saturent avec la même facilité, mais les tons sont grisâtres.

La purpurine s'emploie pour des articles fond blanc, avec enluminage, tels que mouchoirs, perses, etc.; elle résiste très-bien à l'air et à la lumière, mais moins bien aux bains de savon bouillants, et elle présente dans la fabrication de ces articles une notable économie. Un ou deux grammes suffisent par mètre carré ou par mouchoir pour le dessin le plus chargé en couleur. Un simple savon rétablissant le blanc et donnant la vivacité voulue aux nuances, on est dispensé d'une série d'opérations par lesquelles on cherche habituellement à atteindre ce but.

L'article foulard rouge et noir se fait surtout avantageusement avec la purpurine, dont 2 grammes et 5 grammes sumac teignent complétement le mouchoir le plus chargé en couleur rouge; un simple passage au son, après teinture, donne un blanc parfait.

Le coton en fil ou en écheveaux se teint avec la purpurine avec la plus grande facilité; on mordance comme à l'ordinaire (pour les nuances rouges en ajoutant un peu de tannin au mordant).

La purpurine permet d'obtenir au sortir du bain de teinture, et sans nécessiter d'autres opérations qu'un simple lavage, des nuances très-vives et qui jouissent cependant d'une assez grande solidité. La limpidité du bain de teinture permet, en outre, de graduer les nuances et de suivre la teinture beaucoup plus facilement que cela n'est possible avec la garance ou la garancine.

Pour préparer avec la purpurine une *couleur vapeur* pour toiles mordancées en alumine, on procède le mieux de la manière suivante : On ajoute à la purpurine 20 p. 100 de son poids de carbonate de soude, on broie le tout ensemble et on y ajoute de l'eau de pluie chaude; on obtient ainsi une solution d'un rouge magnifique, qu'on filtre et qu'on laisse un peu refroidir; on l'épaissit ensuite à l'amidon, de manière à avoir une couleur d'une consistance convenable pour rouleaux. Cette couleur peut se conserver très-longtemps sans s'altérer. On imprime, on vaporise et on lave dans de l'eau froide. Avec 20 grammes de purpurine par litre, on obtient déjà un rouge très-nourri. Si, en filtrant la solution de purpurine, il restait de la matière colorante sur le filtre, on l'utiliserait pour la teinture ordinaire.

Pour la *teinture de la laine* par la purpurine, on mordance comme d'habitude pour la garance, soit en alun et crème de tartre, soit dans une solution d'étain et de tartre. La dissolution d'étain, qui a donné jusqu'à présent les meilleurs résultats, est la suivante :

300 grammes acide nitrique;
100 — eau;
50 — sel ammoniaque;
50 — étain, que l'on ajoute peu à peu en plaçant le mélange dans

l'eau froide; on ne se sert de cette dissolution qu'au bout de quelques jours après avoir filtré. Pour mordancer, il suffit d'entrer à 30° dans le bain et de monter au bout d'une demi-heure à 70°; puis on sort, on rince et on teint en purpurine, en entrant dans le bain à 30° et en montant en une demi-heure au bouillon.

On peut sans inconvénient neutraliser la purpurine avec un peu de cristaux de soude ou de carbonate d'ammoniaque. On met à cet effet la purpurine dans un vase, on verse de l'eau bouillante dessus et l'on y ajoute l'un ou l'autre carbonate alcalin, puis on verse le tout dans la chaudière à teinture.

La laine mordancée à l'alun et à la crème de tartre fournit un rouge cramoisi très-vif.

La laine mordancée dans du tartre et de la solution d'étain, donne un rouge écarlate, presque aussi beau que celui que donne la cochenille; 2 à 4 grammes suffisent pour un mètre carré de mousseline laine ou de mérinos.

Pour obtenir un rouge orange très-vif, on mordance la laine en tartre et dissolution d'étain, et l'on ajoute au mordançage un peu d'extrait de bois de fustel ou de cuba; on chauffe le tout dans une chaudière étamée, jusqu'à 70° de température, on sort, on rince à l'eau courante et l'on teint en purpurine comme il est dit ci-dessus. Si la nuance n'est pas assez jaunâtre, rien n'empêche d'ajouter un peu de fustel à la teinture même.

L'impression de la purpurine sur laine alunée se fait de la même manière que l'impression sur calicot mordancé en alumine.

On peut appliquer la purpurine *sur soie comme rouge d'impression*, en procédant de la manière suivante : L'on mordance la soie en acétate d'alumine à 5° B., et l'on sèche ensuite, ou bien on mordance en sous-sulfate d'alun préparé en saturant de l'alun ordinaire avec de la gelée d'alumine. On filtre après refroidissement la dissolution, et on l'étend d'eau pour l'avoir à 70° B. On y passe la soie deux fois au foulard et l'on sèche dans une étuve. Le lendemain on la passe en eau chaude à 50°. Pour la soie mordancée en acétate d'alumine, on ajoute un peu de craie à l'eau. On la sèche ensuite et on la gomme légèrement soit avec un peu de gomme Sénégal, soit, ce qui vaut encore mieux, avec de la gomme adragante, à raison de 2 à 5 grammes par litre.

On imprime alors la couleur faite de la manière suivante : 32 grammes de purpurine finement broyée sont délayés avec un litre d'eau; on y ajoute ensuite 12 grammes de cristaux de soude. La purpurine se dissout complétement au bout de quelques minutes, et l'on filtre cette solution à travers une toile de calicot. On empâte avec 200 grammes d'amidon grillé, d'une nuance pâle, et l'on met le tout sur le feu; on imprime la couleur quand elle est froide et on vaporise après l'impression quand elle est sèche; on lave et l'on savonne, pour terminer, dans un léger bain de savon blanc de 45 à 50° au plus.

Appliquée ainsi conjointement avec un noir vapeur assez résistant, à l'article foulard rouge et noir, elle produit un blanc plus parfait que celui obtenu jusqu'à présent après teinture.

On peut aussi ajouter à la couleur 0gr,5 à 1 gramme d'acide tannique dissous préalablement dans de l'eau chargée d'un gramme de cristaux de soude.

On peut avec la purpurine obtenir un rouge aussi foncé que l'on désire, en augmentant les proportions indiquées ci-dessus de matière colorante et de soude. Tous les sels légèrement alcalins peuvent servir à dissoudre la purpurine; le meilleur est le borax ou sous-borate de soude, il en faut un peu plus que des cristaux de soude; puis viennent les bi-carbonates de soude et d'ammoniaque, le sous-carbonate d'ammoniaque, la potasse, etc. Le silicate seul n'est pas à employer, il forme au bout de quelques instants un précipité gélatineux.

L'emploi de la purpurine pour la *teinture de la soie mordancée* présente de notables avantages sur l'emploi de la garance ou de la garancine. Non-seulement les bains sont d'une limpidité parfaite, mais les nuances sont aussi plus vives et et en outre parfaitement solides. La grande richesse de la purpurine en matière colorante rend son emploi très-avantageux, parce qu'on peut épuiser les bains de la manière la plus complète comme il est dit plus haut.

La purpurine peut encore être utilisée pour la préparation de très-belles *laques d'alumine roses et rouges.*

Alizarine verte. — La teinture par l'alizarine verte, qui n'est pas une matière colorante aussi pure que la purpurine, se fait sur coton et sur calicot comme celle par la garance et la fleur, tout en étant beaucoup plus riche que cette dernière. Les propriétés de l'alizarine se rapprochent beaucoup de celles de la fleur; elle donne des couleurs tout aussi belles et surtout beaucoup plus solides.

Sur calicot les articles double et triple violet avec noir, les simples et doubles roses, le rouge d'Andrinople se font tous au moins aussi parfaitement avec ce produit qu'avec de la garance pure ou n'importe qu'elle autre préparation.

Les teintures à l'alizarine présentent le grand avantage de pouvoir être attaquées vigoureusement par le savon, les acides, les alcalis, les sels ou dissolutions d'étain sans perdre de leur intensité tout en gagnant en vivacité; aussi est-il important de diminuer d'un huitième à un dixième les mordants pour ne pas obtenir des nuances plus foncées que celles que donne la fleur ou la garance.

En l'employant en teinture, il est bon d'humecter préalablement l'alizarine à l'eau chaude; jetée sans cette précaution dans le bain de teinture, elle nage et se pelote comme le noir de fumée, s'attache à la toile, et quelquefois ne se divise pas bien et par conséquent ne s'épuise pas.

Moins soluble dans l'eau que la purpurine, elle ne lui cède son principe colorant que vers 40 ou 50° de température : aussi n'est-il pas nécessaire d'entrer dans le bain avant 30 ou 35°; mais il est bon ensuite d'y rester deux heures et d'aller au bouillon, surtout pour saturer le noir.

L'avivage des différentes couleurs teintes en alizarine se fait de la même manière que pour les couleurs de garance et de fleur. Le blanc toutefois restant beaucoup meilleur, il y a lieu de diminuer les savonnages ou au moins la quantité de savon employé. Pour les violets et noirs des échantillons exposés, on a employé le savon, le chlorure de chaux ou de soude, le savon en chaudière fermée (ballon); pour les rouges et roses : savon, acide sulfurique ou nitrique, solutions d'étain, chaudière fermée; pour le rouge d'Andrinople : sel d'étain, soude, savon en chaudière fermée.

La craie a une grande affinité pour l'alizarine ; aussi est-il indispensable d'examiner attentivement les eaux avant de procéder à une teinture et de les corriger avec de l'acide oxalique si elles sont calcaires.

Jules Pernod à Avignon. — La vitrine de ce fabricant renferme des spécimens de fleur de garance, de garancine, d'extraits de garance et d'alcool de ga rance.

M. Pernod a eu aussi la bonne idée de joindre à ses produits des échantillons d'indiennes imprimées en couleurs garance d'application fournies avec son extrait. Ces échantillons de provenance alsacienne (maison Dolfus-Mieg et Compagnie),sont très-beaux et peuvent rivaliser avec les produits similaires obtenus au moyen des alizarines et purpurines de MM. Schaaff et Lauth.

La fabrication de la fleur de garance fut exploitée sur une grande échelle, comme j'ai eu l'occasion de le dire dans la première partie de cette étude, par MM. Julian et Roquer, d'Avignon, et elle ne consiste qu'en un simple lavage à

l'eau, ou à l'eau légèrement acidulée au moyen de 1 à 2 p. 100 d'acide sulfurique.

Les eaux chargées de matières amylacées et sucrées sont recueillies dans des bassins où s'opère la fermentation du sucre.

Quant à la garancine elle est le résultat de l'action de 30 parties environ d'acide sulfurique à 66° ou de 40 parties d'acide chlorhydrique sur 100 parties de garance après sa transformation en fleur. On ajoute l'acide à la bouillie épaisse formée par cette dernière, on fait bouillir le mélange pendant deux à trois heures, et on lave dans des bassins disposés *ad hoc* la matière obtenue. Après 3 ou 4 lavages et filtrages, on la presse, on la sèche et on la réduit en poudre pour la livrer à la consommation. On obtient généralement 35 à 36 kilogrammes de garancine avec 100 kilogrammes de garance.

La fabrication brevetée de l'extrait de garance de M. Pernod est aussi très-simple et rentre dans la catégorie des procédés éminemment industriels; elle peut se résumer de la manière suivante :

La racine de garance d'Avignon est lavée à l'eau de rivière, puis broyée au moyen de deux cylindres avec de l'eau purifiée et exempte de matières calcaires ou acides. Quand la pâte est bien fine et homogène on la jette sur un filtre en laine et on la soumet à l'action de la presse. Le liquide qui s'est écoulé est recueilli et mis à part. On recommence cette opération de malaxage et de filtrage 4 fois avec de l'eau froide et 3 fois avec de l'eau chaude. Ce n'est qu'alors que la racine est épuisée et qu'elle ne contient plus que des parties fort peu appréciables de matière colorante.

On réunit les eaux de lavage dans un seul bassin, à l'exception de la première dissolution qui est la plus concentrée et qui contient les matières secondes qui serviront à la fabrication de l'alcool. On mêle à cette première eau de lavage deux parties de chlorure de calcium dissoutes dans de l'eau, pour 100 parties de racine de garance. La matière colorante est précipitée au fond du vase en une laque d'un beau rouge carminé. On la recueille sur un filtre et on la presse. On recueille le liquide qui s'écoule pendant cette opération, et qui contient le sucre qui produira, par sa fermentation et la distillation, l'alcool de garance dont M. Pernod expose de très-bons spécimens.

Quant aux autres liquides qui ont été recueillis après les malaxages et les lavages de la racine on les traite de la même manière par une dissolution de chlorure calcique. La laque qui se précipite au fond des cuves est recueillie comme la précédente et elle constitue comme celle-ci l'extrait de garance, soluble dans l'eau et pouvant servir aux mêmes usages que les extraits de garance, et à la formation des couleurs d'application (genre vapeur) de garance.

Huillard aîné, fabricant de produits chimiques à Paris. Cet habile fabricant s'est appliqué surtout à la production des dérivés de l'orseille et de l'indigo, et à consulter le plus possible leurs principes colorants. C'est ainsi qu'il est arrivé à la fabrication de l'*orcellane*, qui est un extrait renfermant huit fois autant de matière colorante que l'orseille en pâte; le sulfate d'indigo, qui remplace le double de son poids de carmin dans la teinture et l'impression des bleus clairs sur laine. Tous les composés colorés du cobalt sont représentés dans la vitrine de M. Huillard, et les bleus surtout peuvent rivaliser d'éclat avec tous les produits similaires qui nous viennent de l'Allemagne. Ces bleus sont composés principalement de phosphate d'alumine et d'oxyde de cobalt, ou simplement d'oxyde de cobalt et d'alumine. On les obtient généralement par la calcination d'un sel de cobalt avec de l'alumine ou un sel d'alumine. L'emploi de ces bleus est devenu moins considérable depuis la découverte du bleu d'outremer artificiel; cependant leur grande fixité et l'abaissement de leur prix peuvent leur

rendre une place importante dans la fabrication des papiers peints et des étoffes imprimées.

J'ai aussi remarqué de beaux cristaux de carbonate, de nitrate et de chlorure de cadmium, ainsi que des échantillons d'orcine et d'orcéine, d'érithryne et d'acide érithrique. J'ai parlé de ces derniers produits et de leur fabrication dans les *Annales du Génie civil* de l'année 1864, et je ne puis que rappeler ce que je disais alors au sujet de la fabrication des extraits d'orseille et de la matière colorante qu'ils renferment : que la fabrication de ce te dernière, à des prix convenables, serait un grand progrès industriel, et permettrait au teinturier et à l'imprimeur d'étoffes de fixer d'une manière certaine la composition de leurs bains et de leurs couleurs.

Poirrier et Chappat; chimiste Bardy. Ce qui frappe et attire le plus les regards, dans la vitrine de ces fabricants, c'est le magnifique bloc de leur violet de Paris, ainsi que les échantillons de soie qui l'entourent, et qui sont teints avec cette belle matière colorante. Dans un premier article de cette étude, j'ai indiqué la méthode nouvelle suivie par MM. *Poirrier et Chappat,* pour fabriquer sans iode cette belle couleur que tous les teinturiers et tous les imprimeurs emploient aujourd'hui avec avantage.

C'est un grand progrès de plus à constater dans la fabrication des produits colorés dérivés de l'aniline, et les principes d'après lesquels il s'est effectué nous conduiront sans nul doute à d'autres améliorations tout aussi importantes.

Usèbe, à Paris. M. Usèbe est l'inventeur du *vert* d'aniline, dont j'ai décrit la fabrication et la richesse de ton. Les échantillons de soie teinte en vert, qui sont exposés dans sa vitrine, donnent la juste mesure de la valeur de cette belle couleur.

Les magnifiques échantillons de soie teints en *carthamine* ne sont exposés que pour montrer la vivacité sans égale des nuances rouges et roses que l'on peut obtenir au moyen de l'acide *carthamique.*

L'acide carthamique, la carthamine, ainsi que l'extrait de safranum sont des produits à la fabrication desquels M. Usèbe s'est principalement attaché; et malgré la découverte de la rosaniline et de ses sels, leur emploi est encore considérable dans différentes industries. Ce seul fait prouve la supériorité que M. Usèbe a acquise dans cette fabrication.

Coez, à Saint-Denis. J'ai été en mesure de constater moi-même, pendant bien des années, la perfection que ce fabricant a su conquérir, dans la fabrication des laques des différentes matières colorantes végétales qui sont employées pour l'impression des tissus de laine. Je mentionnerai donc ici ses laques à l'alumine de gaude, de campêche et de Sainte-Marthe; ses laques de Cuba et de graines d'Avignon à base d'alumine, et sa laque de graines d'Avignon à base d'étain. Les couleurs que l'on obtient avec ces laques sont d'une grande pureté de ton, et sont la meilleure preuve d'une bonne fabrication. Les laques de cochenille, pour ponceau, sont aussi très-belles.

Cette fabrication des laques est fort ancienne, et il ne s'y est pas fait de transformations notables dans ces derniers temps. Les procédés sont restés les mêmes, et ils n'exigent qu'une attention soutenue et une grande régularité.

Meissonier, à Saint-Denis. La fabrication de l'extrait d'orseille a été l'objet constant des recherches de M. Meissonier, pour arriver à une production régulière et exempte de tous les graves inconvénients qu'elle présente d'ordinaire. C'est grâce aux travaux exécutés dans ses ateliers qu'il était arrivé à livrer à l'industrie une orseille destinée à l'impression des fonds bruns sur tissus de laine, qui n'avait pas le grave inconvénient de marquer au raccord des planches d'impression. Il arrivait à ce résultat, comme je l'ai déjà mentionné dans les *Annales*

du Génie civil, en produisant l'orcéine, seulement après l'extraction de l'orcine des lichens qui la contiennent.

Il a exposé de beaux échantillons d'*orcine* et d'*orcéine*; des échantillons de quercéline, d'*alizarine* en pâte et en cristaux; des échantillons des différents extraits de bois de teinture, ainsi que du sulfate d'alumine. La beauté de ces différents produits prouve le soin qui préside à leur fabrication. Je crois pouvoir ajouter ici que c'est surtout à notre habile professeur, M. Schüttzenberger, que M. Meissonier doit d'avoir pu joindre à sa fabrication d'extraits celle de l'alizarine, dont l'importance industrielle vient de recevoir une consécration nouvelle par son application, comme couleur vapeur, à la fabrication des indiennes.

Le temps que consacre le chef des travaux chimiques au Collége de France, à l'usine de M. Meissonier, ne sera pas perdu pour l'industrie, et des méthodes nouvelles ont pu y être appliquées sans passer par les longs tâtonnements de l'inexpérience, qui seraient inévitables sans ce savant concours.

J'ai aussi remarqué les échantillons d'orcéine, de carmins, d'indigo et d'acide picrique de M. *Prunier*, de Lyon; les beaux spécimens d'acide picrique et d'acide phénique de M. *Picard*, de Lyon; les extraits d'orseille, l'acide picrique et le picrate de soude de MM. *Tellier et Fievet*, de Hem, ainsi que les extraits secs de bois de teinture, de M. *Dubois* et de M. *Lesueur*, et les extraits d'orseille de M. *Gros*, à Mulhouse.

La Fuchsine (société). Le monopole de la fabrication de la rosalinine et de ses sels ayant été accordé à cette compagnie, à la suite de procès nombreux, c'est seulement dans la vitrine de *la Fuchsine* que nous pouvons examiner cette belle matière colorante.

Les magnifiques cristaux de couleur irisée, disposés en masse considérable que l'on admire, sont formés de *chlorhydrate de rosaniline;* la netteté de la cristallisation est un indice certain de la pureté de ce produit, et la grosseur des cristaux, qui dépasse 30 centimètres, prouve la perfection des moyens de production.

Les bleus et les violets d'aniline, ainsi que les échantillons de matières teintes et imprimées avec ces couleurs, sont très-beaux; il est évident cependant que le violet de Paris leur est supérieur, et que la préférence que les fabricants accordent aujourd'hui à ce dernier est méritée.

J'aurais désiré voir dans cette vitrine le brun de M. *Schultz*, qui dérive de la rosaniline, et qui est le résultat de l'action de l'ammoniaque sur la fuchsine. Cette couleur me semble appelée à rendre de véritables services à l'industrie des toiles peintes, et sa facilité à être fixée par le cachou permettra de la combiner avec la fabrication des genres garancine.

Coupier, à Passy. Cet industriel habile, qui a le mérite de chercher la vérité, sinon celui de l'avoir trouvée, qui lui est si vivement contesté par ses concurrents et par plusieurs de nos critiques, a exposé une variété de produits cristallisés qui dénotent une grande habileté chez le préparateur. Les tartrate, oxalate, chlorhydrate de toluidine, un bloc considérable de toluidine, ses échantillons de toluène, de xylène, de cumène, ainsi que ceux de toute la série des sels d'aniline, sont des produits très-purs, si l'on en juge par leur aspect.

Les bleus, rouges et violets de toluène, et les rouges de xylène exposés dans cette vitrine, ne le cèdent nullement en beauté aux produits dérivés de l'aniline.

De nouvelles expériences et un nouvel examen de ces produits me semblent nécessaires pour faire disparaître les doutes élevés par M. Alfraise et confirmer, s'il y a lieu, les conclusions du rapport de M. Rosenstiehl. Attendons la dernière

note de ce dernier pour savoir à quoi nous en tenir sur la composition des rouges de toluidine, dont j'ai déjà entretenu le lecteur.

John Castelhaz, fabricant de produits chimiques, à Paris. L'exposition de cet industriel réunit plusieurs espèces de produits d'une grande importance : le sesquichlorure de carbone, le sesquichlorure de chrome, d'une jolie couleur violette, le picrate de mercure, en masse cristallisée, jaune, d'aspect métallique. Les chloroxynaphtalates de baryte, de cuivre, de zinc, de nickel et de fer, sont exposés en cristaux d'une forme régulière et d'une grande richesse de couleur. L'acide chloroxynaphtalique, dont on doit la découverte à Laurent, est fabriqué par M. Castelhaz en grandes quantités, et à un degré de pureté remarquable.

M. Castelhaz fabrique aussi l'acide picrique; le violet d'aniline au bichromate e potasse, connu sous le nom de violet de Perkins, et le gris d'aniline qui en dérive quand on le traite par l'aldéhyde.

Coblentz frères, fabricants de produits chimiques, à Paris. L'importance toujours croissante des couleurs organiques artificielles doit nécessairement attirer l'attention des fabricants qui s'occupent de la production des matières qui donnent lieu à ces nouveaux produits. L'aniline, la toluidine, la naphtaline, occupent le premier rang parmi elles, et les deux premières surtout sont encore aujourd'hui les seules sources auxquelles on puise pour former les différents composés salins coloriés, généralement employés pour la teinture des tissus. MM. Coblentz se sont surtout attachés à produire l'aniline à des prix aussi modérés que possible, et à réduire encore les frais de cette fabrication. J'ai déjà dit que l'aniline était le résultat de l'action de l'hydrogène naissant sur la nitrobenzine, de même que la toluidine provient de la même action sur la nitrotoluène. L'hydrogène se produit par l'action de l'acide acétique sur le fer en présence de l'eau. Il y a oxydation du fer et dégagement de l'hydrogène. Cette production de l'hydrogène n'est rendue coûteuse que par l'emploi de l'acide acétique; en remplaçant ce dernier par un autre agent d'un prix inférieur, le problème a été résolu par MM. Coblentz.

Leur procédé fort ingénieux consiste à établir un courant électrique dans le liquide que le fer doit décomposer en recouvrant une partie de ce dernier d'une couche de cuivre; aussitôt que la nitro-benzine ou la nitro-toluène se trouvent en contact avec l'eau dans laquelle on a plongé les morceaux de fer dont une partie est recouverte d'une couche de cuivre, la pile ainsi formée par le contact des deux métaux agit : l'eau est décomposée, et l'hydrogène transforme les composés nitrés en alcaloïdes. Cette méthode nouvelle, si elle se confirme, permettra sans doute à ces fabricants de produire à l'avenir des toluidines et des anilines à des prix qui feront diminuer à leur tour les prix de leurs composés colorés.

C'est un grand progrès de réalisé, que je m'empresse de constater ici.

Ces exposants ont encore dans leur vitrine un magnifique bloc de naphtaline, qui est à peine coloré, ainsi qu'une masse assez considérable de nitrotoluène; des cristaux d'azobenzide, de phénylurée, de paraniline, etc., d'une grande pureté.

M. H. Vedlès et Comp., à Clichy. M. Vedlès a succédé à MM. Dépouilly, et ne pouvant continuer à fabriquer les produits analogues à la fuchsine, il se voua à la fabrication des anilines et toluidines commerciales; il a conquis dans cette branche de l'industrie une réputation méritée, et ses anilines sont recherchées pour la production des composés colorés qui en dérivent.

Il a aussi exposé dans sa vitrine des cristaux de nitrate et de chlorhydrate d'aniline, pour le noir d'aniline, qui ne sont que des produits accessoires de son usine de Clichy.

Sa fabrication des violets perkins a repris depuis quelque temps plus d'importance, et la supériorité qu'il a conservée dans la production de ce plus ancien dérivé de l'aniline est pour lui une garantie de succès.

Le violet perkins, dont j'ai indiqué la fabrication dans les *Annales du Génie civil*, est le plus stable des produits colorés de l'aniline ; aussi, malgré son infériorité au point de vue de l'éclat, il l'emportera, dans bien des cas, sur les composés de la rosaniline, plus brillants, mais moins solides. C'est à cette qualité essentielle, la solidité, que le violet perkins doit l'importance qu'il a conservée dans la teinture.

M. Vedlès produit journellement 1,200 à 1,400 kilogrammes d'aniline, et cette fabrication considérable est entièrement absorbée par les plus grands fabricants de couleurs dérivées de l'aniline et de la toluidine. C'est ainsi que M. J. Geigy, de Bâle, dont j'examinerai les magnifiques produits, se sert presque exclusivement des anilines de M. Vedlès, et qu'il n'a pas hésité à reconnaître tout récemment que M. Vedlès a été le premier producteur qui ait livré au consommateur une aniline commerciale d'une grande pureté et d'une richesse supérieure en toluidine.

La consommation annuelle que M. Geigy fait des produits de M. Vedlès s'élève à 20,000 kilogrammes.

Un de nos fabricants de produits chimiques les plus éminents, M. Scheurer-Kestner, de Thann, reconnaît aussi que l'aniline de M. Vedlès lui a donné un rendement très-satisfaisant dans la fabrication du violet par le procédé Perkins, que j'ai indiqué dans la première partie de cette étude.

Outre la série des sels d'aniline que M. Vedlès a exposés, M. Vedlès a aussi dans sa vitrine de l'acide nitrique qu'il fabrique avec les résidus de la nitro-benzine, et du sulfate de soude résidu de sa fabrication d'acide nitrique.

MM. Carvès et Comp., à Saint-Étienne. Dans la partie nord du jardin, à côté du grand bâtiment contenant les produits du Creusot, les puissantes machines à vapeur, à 3,000 chevaux de force, les locomotives que l'Angleterre nous achète, et tous ces gigantesques engins qui semblent fabriqués par la main habile et délicate d'un bijoutier, tant les parties qui les composent sont polies, brillantes, finement achevées, à côté, dis-je, de ce palais de la mécanique se trouve un bâtiment plus petit, qui a été élevé pour exposer les produits de la Société de carbonisation de la Loire.

MM. Carvès et Comp. carbonisent 80,000 tonnes de houille par an ; et par des procédés particuliers que l'un de nos collaborateurs (M. Knab) s'est chargé de décrire, ils obtiennent, outre le coke qui est l'objet principal de leur fabrication, du brai, des benzines de diverses qualités, de l'acide phénique, des huiles lourdes employées pour la dissolution des brais secs, de l'alcali ambré et blanc, des sulfates, chlorydrates et carbonates d'ammoniaque.

La partie de son exposition qui nous intéresse le plus particulièrement est fournie par les matières colorantes dérivées de la benzine et de l'acide phénique. Le prix tout exceptionnel de ces beaux produits m'a d'autant plus frappé que les échantillons de soie teinte en rouge, bleu, jaune, au moyen de la *muréine* et de la *safranine*, ont tout l'éclat désirable, et que, par conséquent, ce n'est pas aux dépens de leur richesse colorante que M. Carvès a pu produire la *muréine* rouge, bleue, feutre et lumière, au prix de 3 francs le kilo, et la *safranine* jaune et rouge au prix de 8 francs. M. Carvès attribue à sa safranine une puissance colorante presque double de celle de l'acide picrique ordinaire.

Ce sont là de beaux résultats à constater ici, et l'industrie des impressions et de la teinture des tissus aura tout avantage à employer des produits d'un prix de revient aussi modique que ceux de M. Carvès.

Sa muréine-feutre se produit par la précipitation du bichlorure d'aniline, par un mélange de bichromate de potasse et d'un sel de fer auquel on a mêlé un tiers de son poids d'acide sulfurique. La *muréine* se précipite, et elle est soluble dans l'eau bouillante. On s'en sert en teinture de la même manière qu'on emploie les autres dérivés de l'aniline.

NOIR D'ANILINE.

Cette admirable couleur, qui est le résultat de l'oxydation de l'aniline à son plus haut degré, n'a pas été exposée dans les vitrines des fabricants des composés colorés de l'aniline, car elle ne trouve son application dans les fabriques d'indiennes qu'en se produisant sur le tissu même; c'est donc dans les salles de Mulhouse que le visiteur a pu admirer cette splendide et magnifique production.

Dans un article que j'ai fait paraître dans les *Annales du Génie civil* de l'année 1865, j'ai parlé de l'application du noir d'aniline à l'impression des tissus; je vais néanmoins indiquer ici tout ce qui peut intéresser le lecteur à ce sujet.

Le problème à résoudre dans l'application de la découverte de M. Lightfoot était moins simple qu'il ne le paraissait au premier abord. On pouvait croire, en effet, qu'il suffirait de mêler une dissolution d'aniline et un corps oxydant énergique, et d'imprimer ce mélange sur le tissu; mais c'était dans le choix de ce corps que résidait la grande difficulté. La carrière qui semblait facile à parcourir se hérissa d'aspérités, et l'industrie refusa d'adopter les formules qu'on lui présentait. Les compositions oxydantes faites avec des sels acides de cuivre attaquèrent les racles des rouleaux, brûlèrent jusqu'aux tissus eux-mêmes. M. Muller, l'intelligent et hardi propagateur de la nouvelle couleur, adopta d'autres agents qui lui étaient proposés, et les mélanges au ferricyanure d'ammonium et chlorate de potasse furent essayés, mais sans succès. La couleur d'impression composée de cette manière ne se conservait pas, et son remplacement fréquent par des couleurs fraîches en rendait l'emploi coûteux. Les résultats étaient de plus, imparfaits, inégaux et, en résumé, inacceptables par l'industrie. Ce fut alors que M. Lauth fit connaître un autre composé qui, sans exercer aucune action destructible sur les racles, les rouleaux gravés ou le tissu, pouvait, dans de certaines conditions, se transformer en un corps oxydant énergique qui produirait sur l'aniline le résultat tant cherché. Ce composé est le sulfure de cuivre. On imprime un mélange d'une dissolution de chlorate de potasse épaissie à l'amidon et à la gomme adragante, à laquelle on a ajouté du sel ammoniac, du sulfure de cuivre et, en dernier lieu, un sel d'aniline. Le tissu imprimé et suspendu dans des étendages est vaporisé et lavé. Qu'arrive-t-il pendant les opérations? Sous l'action des sels de la couleur, le sulfure de cuivre se transforme en sulfate, et le sel d'aniline se trouve alors en présence de ce dernier, dans les mêmes conditions qu'aux débuts de sa carrière; son oxydation a lieu par le sel de cuivre d'une manière complète, mais sans être entravée par toutes les difficultés qu'entraîne avec soi son emploi direct dans la couleur d'impression. C'est donc à M. Lauth que l'on doit la réalisation complète, industrielle du procédé de Lightfoot.

Est-ce à dire que toutes les difficultés étaient vaincues, et que la fabrication des toiles peintes allait désormais pouvoir marcher dans la voie que cet habile et ingénieux chimiste lui avait tracée, sans y rencontrer d'obstacle? Non, certes, et chacun sait que cette application a été encore entourée de bien des difficultés. Il appartenait désormais à nos chimistes imprimeurs de les vaincre tour à tour, et de se servir de cette nouvelle matière, parfois si dangereuse à manier, avec la régularité et la précision qu'une grande industrie doit mettre dans ses travaux.

Je ne puis, on le comprendra facilement, entrer ici dans les détails de tous les inconvénients que présente, dans la pratique, l'impression du noir d'aniline. Je signalerai, parmi les plus graves, l'acidité de la couleur, si dangereuse pour les racles, et qui est due à l'emploi obligatoire et exclusif des chlorures et des nitrates d'aniline, les autres sels d'aniline ne produisant pas la réaction voulue. Cet emploi est aussi la cause de la grande volatilité des éléments de la couleur d'impression, qui, en se répandant dans l'atmosphère ambiante, cause des désordres que M. C. Kœchlin a déjà signalés dans un mémoire publié en 1865.

Ce chimiste, qui a été un des plus ardents à la recherche d'un bon procédé pratique, a surmonté ces difficultés en agissant par analogie, d'après le même raisonnement que fit M. Lauth quand le noir d'aniline semblait avoir perdu sa cause. Il se dit : Prenons un sel d'aniline, le tartrate par exemple, qui est sans action sur les racles des rouleaux, mélangeons-le dans la couleur d'impression avec un chlorure soluble (sel ammoniac), qui puisse le transformer, après l'impression, en un chlorure d'aniline qui puisse à son tour, sous l'action du sulfure de cuivre transformé en sulfate, produire le noir. Toutes ces réactions, prévues par un esprit observateur et habile aux recherches, se sont en effet réalisées, et la belle exposition des noirs d'aniline de la maison Steinbach-Kœchlin, que j'ai déjà signalée au lecteur, en est la meilleure et la plus concluante des preuves.

Parmi les autres dangers que présente l'emploi de la couleur pour le noir d'aniline, je signalerai celui de l'inflammation spontanée du tissu qu'il peut occasionner. Une pièce imprimée en noir, qui ne serait pas entièrement sèche après l'impression, et qu'on négligerait de suspendre à l'étendoir, s'enflammerait en très-peu de temps. L'oxydation de la couleur se fait avec tant de force dans l'intérieur des plis du tissu non exposé à l'air, et aux dépens de ses fibres, que celles-ci sont complétement désagrégées, et la chaleur développée est si vive que le tissu s'enflamme. C'est ce qui est arrivé dans la fabrique Dollfus-Mieg de Dornach, et le fait m'a été confirmé par mon ami E. Schaeffer, l'habile chimiste de cet établissement.

L'emploi du noir d'aniline devient chaque jour plus considérable dans les fabriques d'indiennes, et sa grande solidité, sa résistance à tous les agents oxydants, à la lumière et à l'air, sa beauté, et enfin la facilité avec laquelle il se prête à tous les autres genres d'impression sur coton, donnent à la découverte de M. Lightfoot une importance immense, et font ressortir chaque jour davantage le mérite de ces esprits investigateurs et inventifs, qui ont pu la faire adopter par l'industrie en la rendant pratique; M. Lauth a donc, après l'inventeur anglais, la plus belle part dans l'application de cette admirable couleur.

Pays étrangers.

Ce sont les États du nord de l'Allemagne ainsi que la Suisse, qui nous ont envoyé les plus remarquables spécimens de la fabrication des nouvelles matières colorantes dérivées des alcaloïdes artificiels, et d'après le nombre des exposants, on peut dire que c'est surtout dans ces pays que cette industrie nouvelle a pris le plus d'importance.

Jean-Rodolphe Geigy, à Bâle (successeur de J.-J. Müller). — La vitrine de ce fabricant renferme de très-beaux échantillons d'extraits de bois de teinture, et des cristaux des principes colorants qu'ils renferment. L'hématine et la brésiline en cristaux sont exposées dans un état de pureté presque parfaite.

Quant aux sels de la rosaniline, que la Société *la Fuchsine* peut seule exposer

en France, en vertu du brevet qui lui a été concédé, ils sont en nombre dans la vitrine de M. Geigy.

Leur dénomination chimique prouve que cet industriel ne procède que d'après les principes scientifiques établis récemment, principes que j'ai exposés dans ma rapide esquisse historique de cette fabrication.

C'est ainsi que l'on peut voir dans la vitrine de M. Geigy du chlorhydrate de rosaniline; du chlorhydrate de rosaniline monophénylée; du chlorhydrate de rosaniline diphénylée, et du chlorhydrate de rosaniline triphénylée. Ces produits, qui furent découverts par MM. Girard et de Laire, sont, comme l'a expliqué M. Hoffmann, le résultat de l'action de l'aniline sur un sel de rosaniline. Le premier produit de cette réaction teint en rouge tirant sur le violet, et la base rosaniline y est monophénylée; le deuxième teint en violet tirant sur le bleu, et le troisième, qui semblait être le dernier terme de cette substitution du radical phényle à une partie de l'hydrogène de la rosaniline, teint en bleu pur. Nous verrons, dans la vitrine suivante, que ce n'est pas à ce bleu que s'arrête la série de ces produits et que le radical éthyle peut déplacer encore un plus grand nombre d'équivalents d'hydrogène.

M. Geigy a aussi exposé des violets et des bleus Hoffmann qui ont un grand éclat; mais, dans un avenir prochain, ils devront céder le pas aux violets Poirrier et Chappat, dont j'ai signalé l'importance dans un chapitre antérieur.

Dollfus-Gash, à Bâle. — Ces fabricants ont exposé de très-beaux produits dérivés de l'aniline, et leur vitrine renferme des cristaux rouges, violets, bleus, qui peuvent rivaliser avec ceux des fabricants les plus habiles.

Le bleu de rosaniline n'est pas le dernier terme de la substitution de certains radicaux à l'hydrogène de la rosaniline, et, comme je l'ai dit en parlant du procédé de MM. Vanklin et Paraf, ces habiles chimistes sont parvenus à déplacer un plus grand nombre d'équivalents d'hydrogène, au moyen du radical éthyle. Le corps qui résulte de cette réaction est un vert de rosaniline.

C'est ce beau produit que M. Dollfus-Gash obtient industriellement, et sa nuance toute particulière le distinguera facilement des autres verts dérivés de la fuchsine.

Jaeger, à Barmen, en Prusse. — M. Jaeger a exposé de nombreux échantillons de couleurs d'aniline; les rouges, violets, bleus et verts sont fabriqués avec soin, et la pureté des tons qu'ils produisent à la teinture est très-grande, comme on peut s'en assurer en examinant les beaux échantillons d'étoffes teintes qu'il a ajoutés à son exposition. Le brun d'aniline est très-riche en couleur, et je ne puis affirmer ici s'il est dû à la réaction de l'acide picrique sur l'aniline; mais les résultats obtenus en teinture sont très-beaux.

Il a aussi exposé de beaux échantillons de carmin de Carthame sec et liquide

La variété et la beauté de ces produits donnent une haute idée de la perfection des méthodes employées dans l'usine de M. Jaeger.

M. Brosche Guillaume, à Tyrolka, près de Prague, est le seul fabricant étranger qui ait exposé des extraits de garance solubles et susceptibles de se combiner avec des mordants, pour former des couleurs d'application, ou pour servir aux usages de la teinture. C'est l'extrait de M. Brosche qui a été employé par M. F. Leitenberger dans la fabrication de ses indiennes, et, comme je l'ai déjà dit en examinant les beaux produits de cet industriel, les résultats qu'il a obtenus au moyen de cet extrait de garance sont très-remarquables.

C'est au docteur *Rochleder* que M. Brosche est redevable du procédé de fabrication de ce produit de la garance, mais ces messieurs n'ayant pas encore décidé de quelle manière ils l'exploiteraient, et n'ayant pris aucun brevet en France à ce sujet, il ne m'est pas possible, on doit le comprendre, d'en donner

un aperçu, comme j'ai pu le faire pour les extraits de MM. Schaaff et Lauth, de Strasbourg et de M. Pernod, d'Avignon.

M. Rochleder a publié, dans le journal *Für prakt. Chem.*, LV, 585, LVI, 85, les résultats qu'il a obtenus en isolant un *glucoside d'alizarine* sous forme de cristaux, et auquel il donne le nom d'*acide rubérythrique*. Ce glucoside est un produit analogue au *rubian* de Schunk, et sa préparation ne constitue pas un procédé industriel. Je ne puis donc, en ce moment, que constater dans la vitrine de M. Brosche la présence d'une *alizarine* obtenue d'après les procédés du docteur Rochleder et employée dans la fabrique d'indiennes de M. Leitenberger.

Je reviendrai un jour sur le mérite de cette préparation et sur son importance réelle dans nos *Annales du Génie civil*.

Je ne puis, vu les exigences de notre publication, donner ici une place aussi grande que je le désirerais à l'examen des produits des autres fabriques allemandes, je dois donc me restreindre à quelques citations.

MM. Langerfeld et *Froehling*, de Berlin, ont envoyé de beaux échantillons de couleur d'aniline, ainsi que des spécimens fort purs d'acide picrique ; *Meister* et C[ie], de Hoechst (Nassau) ont exposé des échantillons de verts d'aniline obtenus comme ceux de M. Dollfus, au moyen de l'iodure d'éthyle. *Kalle*, de Bieberich, *Weiler*, de Cologne, *Tillmanns*, de Crefeld, *Otto Breedt* et C[ie], à Barmen, ont exposé toute la série des couleurs d'aniline, — et le nombre considérable de ces exposants prouve combien les nouvelles couleurs artificielles ont acquis d'importance chez nos voisins d'outre-Rhin.

MM. Voigt et *Haveland*, de Breslau, et *Weiss*, de Mulhausen, en Thuringe, ont exposé, les premiers, de beaux spécimens de garancine et de garance de Silésie, et les seconds des couleurs provenant de la garance.

MM. Pommier et C[ie], à Neuschoenfeld, près de Leipzig en Saxe, ont exposé de magnifiques cristaux de sulfate d'alumine et d'alun ; des échantillons d'extraits d'orseille, excellents pour les impressions au rouleau, comme je m'en suis assuré moi-même en employant les produits similaires de la maison Pommier, de Paris, des spécimens de laques de graines de Perse, de Cuba, de gaude, de carmin, d'indigo, d'une grande pureté de ton ainsi que, de beaux cristaux d'acide picrique ; M. Pommier a préféré exposer dans la classe allemande, bien que le siége principal de sa maison soit à Paris, à cause de l'importance toujours croissante de son usine de Neuschoenfeld. La régularité de sa fabrication, ainsi que la grande variété des produits de son usine, le placent au premier rang dans son industrie.

M. Würtz, à Leipzig, a une belle exposition d'orseille et d'extraits d'orseille, de Cudbear et de Persio ; des couleurs dérivées du phénol, telles que l'acide picrique et la coralline, et des laques et extraits de bois de teinture.

Je terminerai cette revue en faisant encore remarquer au lecteur les masses énormes d'outremer exposées par le docteur *Wilkens*, directeur de la fabrique de Kaiserslautern, en Bavière ; les beaux cristaux de cyanures de M. *Adam*, de Nuremberg ; les extraits de bois de teinture de M. *Monroig*, à Barcelone, ainsi que sa fleur de garance ; l'albumine préparée avec les œufs de poisson de C. H. *Sahlstroem*, de Joenkoeping, les cristaux de chromate de potasse, de sulfate de cuivre d'alun d'*Ouschkoff*, d'Elabough, en Russie, ainsi que les couleurs d'aniline d'Holliday, à New-York.

M. Holliday a dans sa vitrine de très-beaux cristaux de chlorhydrate de rosaniline, de violets d'Hoffmann, ainsi que de très-beaux cristaux fort peu colorés de toluidine. Il a aussi envoyé de la coralline et du jaune d'aniline.

Je manifesterai encore une fois les regrets que j'ai déjà exprimés si souvent au sujet de l'abstention presque complète observée par les Anglais dans cette bran-

che de l'industrie. Les grands fabricants de sels de rosaniline ne manquent cependant pas dans la vieille Angleterre, et ils se sont montrés bien apathiques en cette circonstance solennelle où tous les autres peuples ont pour la plupart si bien répondu à notre appel.

Si je n'avais visité en détail la plupart de leurs grandes fabriques, je croirais à une impuissance réelle de leur part, mais la grandeur industrielle de ce peuple actif, intelligent est pour tous une vérité incontestable, et il est d'autant plus regrettable qu'il ne nous ait pas donné les moyens d'apprécier la valeur de ses produits dans les différentes classes qui font l'objet particulier de cette étude.

Groupe II, *classe* 8.

Dessins pour les impressions des tissus.

Ce qui constitue la supériorité qu'un peuple peut acquérir dans une industrie qui, comme celle des tissus imprimés, s'inspire en partie de l'art du dessin, ne provient pas uniquement de la perfection avec laquelle sont exécutés les différents travaux qui concourrent à son ensemble. La beauté des couleurs, la rapidité des opérations du blanchiment, de la teinture des tissus, de la gravure et de l'impression des dessins, etc., tous les grands progrès dont j'ai signalé la réalisation, forment sans doute ce qu'il y a de plus essentiel dans la fabrication des toiles peintes, des jaconas, des foulards, des châles, des mousselines de laine, et de toutes les étoffes imprimées, et cependant, quand la foule parcourt les salles de Mulhouse et de Lyon, quel est le cri général à la vue de toutes ces belles productions ? Quelles charmantes fleurs, s'écrie-t-on, s'épanouissent sur cette mousseline ; que ces bouquets sont légers et naturels, et que leur coloris est pur ! Que ces dessins cachemire sont riches et que leurs couleurs sont brillantes ! et jusqu'à ces petites compositions sur toile et sur jaconas, qui arrêtent les regards et dont on admire la délicatesse et l'originalité. Ce qui attire tout d'abord l'attention du visiteur, c'est donc le dessin, c'est la couleur, et la justice veut que l'on accorde à l'artiste la part qui lui est due dans le succès obtenu par le fabricant. Il serait juste aussi de citer les noms de ces chimistes, travailleurs infatigables qui, après des labeurs incessants, des travaux souvent pénibles et de longues recherches, ont pu résoudre un problème, vaincre une difficulté qui paraissait insurmontable, et atteindre enfin un résultat dont la réalisation procure les honneurs et la fortune aux fabricants qui les emploient.

La Belgique nous a donné cet exemple et j'ai vu chez un de mes amis, chimiste d'une des maisons les plus importantes de Bruxelles (A. Diets de Colmar), plusieurs médailles accordées à son talent, et qui lui avaient été décernées lors des expositions industrielles de ce petit pays si riche en institutions libérales. Je ne vois donc pas que les maisons Dollfus, Steinbach-Koechlin, Schlumberger, Vesserling, auraient moins d'importance, si les noms de leurs chimistes et de leurs dessinateurs étaient cités à côté de celui des chefs de ces grands établissements.

Ces derniers ont eux-mêmes trop de talent et de science, ils sont trop éclairés pour ne pas chercher à mettre en lumière les travaux de ceux dont ils apprécient le mérite, et il ne faut qu'une occasion pour qu'ils prennent l'initiative de cette mesure.

Je serais heureux de la faire naître en citant à l'appui de l'opinion que je viens d'exprimer M. Guillaume, de Saint-Denis, M. Rondeaux, de Rouen, MM. Schultz et Béraud, et M. Brunet-Lecomte, de Lyon, qui ont inscrit dans leurs vitrines les noms des artistes qui ont composé leurs dessins d'impressions. Pourquoi cet

exemple ne serait-il pas suivi par tous nos fabricants, et ne proclameraient-ils pas eux-mêmes les noms de leurs dessinateurs et de leurs chimistes en exposant leurs produits? Ce serait juste et digne de cette élévation d'esprit qui a toujours distingué nos grands industriels d'Alsace.

Parmi les artistes industriels qui ont exposé leurs dessins dans la classe 8 des arts libéraux, je citerai d'abord *M. Muller*, de Paris. La composition magistrale de ses dessins de fleurs pour tapis, étoffes de meubles, et pour papiers peints, le place au premier rang. La réputation que cet artiste véritable s'est acquise dans l'industrie est due à un talent original qui ne craint pas de s'attaquer aux travaux purement artistiques, comme le prouvent les compositions qu'il a exposées. Son renard en chasse, ses fleurs naturelles, ses dessins pour châles cachemire, ses dessins de fantaisie pour étoffes et papiers peints, prouvent la diversité et la puissance de son talent.

M. Gattiker, de Paris, a exposé un magnifique bouquet de fleurs, d'une composition harmonieuse et d'une grande difficulté d'exécution. Il faut un talent véritable pour reproduire avec autant de légèreté et de grâce ces productions charmantes et délicates de la nature.

Ses dessins pour robes, à dispositions riches, sont faciles à reproduire sur les tissus et dénotent un talent original, pratique, que les vitrines de MM. Guillaume et Brunet-Lecomte peuvent faire mieux apprécier encore au point de vue industriel.

M. Uhlmann, à Paris, prouve, par la grande variété de ses dessins qui sont appropriés à tous les genres d'impressions sur tissu, toute l'élasticité de son talent.

M. Doppf, à Paris, a exposé de jolis dessins pour étoffes de meubles; des fleurs, des dessins genre cachemire, et une collection complète de dessins pour impressions. Au centre de cette exposition se trouve la peinture du buste d'Oberkampf, placée là en signe d'hommage rendu à un des créateurs de la grande industrie des toiles peintes en France.

M. Guéritte, à Paris, a exposé une jolie collection de dessins pour étoffes imprimées, papiers peints et tapis. La composition de ses sujets de fantaisie est gracieuse et originale, et ses dessins de fleurs sont bien appropriés à la fabrication.

M. Pottier, à Paris. — La jolie collection de dessins provenant des ateliers de M. Pottier, fait honneur au talent de Mme Mouton, qui les dirige. J'y ai remarqué de jolis dessins de fleurs pour robes à disposition, des dessins de fantaisie, et d'autres pour châles imprimés.

Je citerai aussi : les dessins pour châles imprimés, genre cachemire de *M. Vaillant;* les compositions pour indiennes, de *M. Ansel;* les dessins d'indiennes pour étoffes de meubles, de *M. H. Martin;* les dessins de fantaisie pour robes, de *M. Boucherat;* a jolie collection de dessins courants de *M. Brunet;* les dessins pour robes de châlys, de mousselines de laines imprimées à la planche, de *MM. Schirmer* et *Malaine*, à Paris; les dessins pour fichus, impressions de Rouen, de *M. Flan;* les jolis dessins de fleurs pour étoffes imprimées et papiers peints de *M. Melinger;* les dessins pour étoffes de meubles de *MM. Paullet* et *Têtrel;* les dessins pour impressions sur étoffes et papiers peints de *M. Hoffmann*, à Paris; les petits dessins courants de *M. Alfred Favre*, à Mulhouse et les beaux dessins cachemire de *M. Fournier* et de *M. Ollion*, à Paris.

Quoique les compositions des artistes industriels, qui sont destinées aux fabriques de châles tissés, de tapis d'Aubusson, de papiers peints, n'appartiennent pas à l'insdutrie des tissus imprimés, elles y touchent de trop près pour que je ne

cite pas les belles esquisses de MM. Vauquier et Delforre, à Paris, qui sont remarquables par une largeur de touche tout à fait hors ligne

J'ai remarqué aussi les productions de *M. Riester*, à Paris, qui s'est acquis une grande et légitime réputation pour ses dessins d'ornementation, ses dessins de papiers peints et de verres gravés; la belle et rare collection de châles genre cachemire de *M. Vichy*, à Paris; les dessins de châles cachemire et brochés de *MM. Berrus, Brochot* et *Gonelle*, à Paris; la belle exposition de *M. Adan*, à Paris, qui se compose de dessins pour tapis, décors de papiers peints, et impressions sur étoffes, et les riches dessins pour broderies de *MM. Reich* frères; le tableau de *M. Hautel*, de Paris, dans lequel il a réuni tous les genres de dessins industriels, fait honneur à son talent de peintre décorateur.

Pays étrangers.

Quand on quitte la belle et riche exposition des dessins français pour parcourir les galeries étrangères, on est surpris de n'y rencontrer aucun tableau, aucun dessin qui ait rapport à l'industrie des impressions des tissus. Cependant après bien des recherches j'ai fini par découvrir, dans la section anglaise, quelques dessins pour indiennes et pour papiers peints à 2 couleurs de Mme *Charlotte Newmann*, et des dessins pour tapis de *M. Simon* de Walthamstor. Ces compositions sont insignifiantes et ne méritent pas qu'on s'y arrête.

La section russe se distingue cependant de ses voisines par l'exposition d'une collection assez complète de dessins industriels composés par les élèves de l'école de dessins techniques de *Strogonoff*, à Moscou. Les genres d'impressions sur étoffes, qui sont particuliers à la fabrication de ce pays, tels que les enlevages blancs, jaunes, bleus et verts sur fonds rouges d'Andrinople; les réserves lapis; les impressions de châles et de fichus de coton, etc., ont été plus particulièrement l'objet des études de ces élèves, et leurs dessins ont surtout trait à ces différentes fabrications. On ne peut que louer l'esprit qui a présidé à cette création, et les résultats obtenus sont la meilleure preuve de son utilité.

Il eût été désirable que les nombreuses écoles de l'Angleterre et de l'Allemagne eussent ausssi envoyé des spécimens de tous les genres de dessins industriels qui ont rapport à la fabrication des étoffes imprimées, mais je ne puis que constater dans toutes les galeries étrangères, une pénurie absolue de ce genre de productions, ce qui prouve que c'est toujours à la France que s'adressent les industriels de tous les pays, quand il s'agit de formes nouvelles, de créations originales, et que nos dessinateurs de Paris sont les pourvoyeurs du monde industriel tout entier.

Tous les grands centres industriels français ont leurs écoles de dessins, et les élèves les plus remarquables qui s'y forment chaque année, viennent renouveler et augmenter le nombre de ces artistes parisiens, producteurs ingénieux qui voient leurs compositions recherchées par les industriels de tous les pays.

CONCLUSION.

Avant de résumer les progrès qui ont été réalisés dans la fabrication des tissus imprimés et teints, pendant ces dernières années, je ferai remarquer que nous sommes trop rapprochés de l'Exposition de Londres pour qu'ils soient très-nombreux; mais ils n'en ont pas moins une très-grande importance, surtout au point de vue de la rapidité des opérations et de la nouveauté des résultats.

En effet, malgré l'engouement de notre époque pour les éclatantes couleurs dérivées du goudron et l'oubli apparent dans lequel nos principaux industriels de Mulhouse, forcés de sacrifier au goût du jour, laissaient depuis quelques années la fabrication des belles indiennes bon teint (genres dérivés de la garance, de l'indigo), quelques-uns d'entre eux faisaient de savantes et utiles recherches pour lui donner les mêmes avantages que possède celle des genres vapeur auxquels appartiennent les couleurs d'aniline. Ces avantages consistent surtout dans une grande économie de temps apportée à leur fixation sur les tissus. Il fallait surtout ne pas les acquérir aux dépens de la qualité la plus essentielle dans l'industrie des indiennes, qui est la solidité des couleurs.

Cette propriété si précieuse de résister aux influences de la lumière, des lavages répétés, a été aussi l'objet d'études consciencieuses dans la production des couleurs du goudron, et tout porte à croire que, dans un temps plus ou moins rapproché, on arrivera à faire disparaître la fugacité de certaines d'entre elles.

Je placerai donc en première ligne, parmi les progrès les plus importants de l'industrie des toiles peintes :

L'admirable découverte du noir d'aniline, par *Lightfoot* d'Accrington, dont l'application industrielle a été rendue possible par les recherches de *Ch. Lauth*, qui sut découvrir dans le sulfure de cuivre toutes les qualités oxydantes que possèdent les sels de cuivre;

L'application de la matière colorante de la garance comme couleurs d'application, par *Oscar Scheurer* de Thann, qui a su tirer le meilleur parti des extraits de garance que *MM. Schaaff* et *Lauth*, de Strasbourg, et *Pernod*, d'Avignon, livrent au commerce depuis quelques années;

Cette application, n'oublions pas de le dire ici, s'est faite presqu'en même temps, mais moins complétement, par *M. Leitenberger* de Cossmanos en Bohême, qui a employé pour ses impressions l'extrait de garance de *Brosche et Rochleder* de Prague, dont j'ai parlé en parcourant les galeries autrichiennes;

La fabrication du violet d'aniline de *M. Bardy* de Paris, que *MM. Poirrier et Chappat* préparent sur une grande échelle pour les besoins de l'industrie, et dont la découverte prouve le talent et l'esprit de recherche du chimiste qui a su si heureusement retourner le problème de la formation de cette admirable couleur;

Et l'application des *permanganates alcalins* et des sels de manganèse au blanchiment des tissus, par *MM. Tessié du Mothay* et *Maréchal* de Metz, qui permettra de réduire à 60 p. 100 le prix de revient du blanchiment des cotons, et à 40 p. 100 celui des tissus de lin.

Ce sont là les faits les plus saillants de l'histoire de l'industrie des impressions des tissus pendant ces dernières années, et il ne reste qu'à ajouter que les admirables résultats obtenus par les grands industriels de l'Alsace, au point de vue de la belle fabrication, et ceux que les imprimeurs de la Normandie ont atteints, relativement au bas prix des produits et à leur bonne facture, maintiennent l'industrie française au premier rang. Les noms des Dollfus-Mieg, Scheurer-Rott, Thierry-Mieg, Kœchlin frères, Steinbach, Kœchlin, Schlumberger, Gros-Marozeau, Roman, Hofer, Larsonnier, Fauquet, Girard, etc., resteront dans la mémoire de tous ceux qui ont visité les belles galeries de Mulhouse, et celles plus modestes de Rouen, comme ayant illustré la grande industrie de notre pays.

Les impressions des tissus de soie n'ont jamais été aussi brillantes, aussi parfaitement exécutées que celles que nous avons pu admirer dans les salles de Lyon, et là encore la victoire s'est arrêtée pour donner la palme aux fabricants qui ont non-seulement conservé à l'antique cité une gloire depuis longtemps

acquise, mais qui ont su l'augmenter encore par la beauté et la perfection de leurs travaux.

Honneur aux Brunet-Lecomte, Schultz, Béraud, Revillod, Rouzé-Vachon, Charasse, Trocsler, etc., et tant d'autres dont j'ai examiné les produits, et qui ont maintenu ferme et haut le drapeau de l'industrie française au grand concours du Champ de Mars.

Les exposants étrangers peuvent aussi être fiers à juste titre de leurs produits, et chacun de nos lecteurs se souviendra désormais de sa visite dans les galeries qui renferment les produits des Leitenberger, des Liebig, des Schmitt, des Goldschmidt, des Zundel, des Hübner, des Trétiakoff, des Rabenek, des Egg-Ziegler, Greuter et Comp., et de tant d'autres qui ont répondu à l'appel de la France en envoyant leurs indiennes, leurs mousselines laines, leurs jaconas au palais du Champ de Mars.

Aucun de nous n'oubliera non plus les belles vitrines des (Muller) Geigy, des Jaeger, des Brosche-Rochleder, etc., qui se sont fait remarquer par la beauté des matières colorantes qu'ils ont exposées, et pour la perfection de leur fabrication.

Si nous entrons dans le domaine de la mécanique, ce sont les noms de nos constructeurs français que je pourrai exclusivement citer, et l'ingéniosité des appareils de M. Tulpin, de Rouen, de M. Ducommun, de Mulhouse, suffit pour faire apprécier les services qu'ils rendent chaque jour à l'industrie.

Quant à l'art du dessin industriel, j'ai prouvé surabondamment que c'est à la France, aux artistes de Paris surtout, qu'appartient le domaine du goût, de la nouveauté, du caprice. Les Müller, Gattiker, Béraud, Fournier, Vauquier et Delfosse, Riesler, etc., ont prouvé qu'ils étaient des maîtres dans l'art de produire chaque jour, pour ainsi dire, des dessins nouveaux, élégants, originaux surtout. C'est donc à eux et à d'autres artistes dont j'ai déjà cité les œuvres gracieuses, les compositions savantes, qu'appartiendra longtemps encore la tâche de faire dominer le goût français dans les différentes industries des nations.

Je suis arrivé à la fin de ma tâche, et, quoique je l'aie accomplie avec tout le zèle et toute l'impartialité qu'on doit mettre à un travail de ce genre, je ne puis revoir ces galeries splendides où sont exposées les productions si nombreuses et si variées qui sont l'objet de cette étude, sans éprouver la crainte d'être resté au-dessous de la mission difficile que j'ai acceptée. Il faudrait un plus grand espace pour rendre compte d'une manière complète des progrès accomplis dans les différentes branches de l'industrie complexe et multiple des impressions et teintures des tissus. J'ai été forcé de condenser dans quelques pages le récit des merveilleuses découvertes que le génie de l'homme, guidé par les principes de la science, a su s'approprier et plier aux besoins de l'industrie. C'est en effet en sondant le secret des actions les plus cachées des agents naturels sur les corps, c'est en creusant, en retournant les problèmes les plus ardus et les plus complexes de la physique et de la chimie, en soumettant à l'analyse une multitude de corps et en les reconstituant par la synthèse qu'on a pu découvrir les lois positives et régulières qui ont présidé à leur formation. C'est en établissant ces formules nouvelles de la science moderne préconçues par le génie de quelques hommes, que nos savants, nos physiciens et nos chimistes ont donné aux arts industriels cette impulsion rapide et progressive qui ne semblait pas devoir être le résultat immédiat de leurs travaux purement spéculatifs.

C'est ainsi que les machines les plus ingénieuses, les appareils les mieux appropriés aux besoins industriels sont toujours dus à l'application la mieux raisonnée des admirables lois qui régissent la mécanique ; aussi est-ce à la connaissance approfondie de ces lois que nous pouvons attribuer dans l'industrie qui

nous occupe la création de nos belles machines à imprimer, de nos systèmes de lavage mécanique, de nos appareils de séchage, de nos métiers à tisser, de nos machines à vapeur, et, en un mot, de ces innombrables engins nécessaires à la confection des plus humbles étoffes comme à celle des plus brillants tissus.

Les agents naturels autres que la chaleur, tels que la lumière et l'électricité, qui ont la même origine, ne paraissaient pas, il y a quelques années à peine, devoir trouver une application immédiate dans l'industrie des toiles peintes et cependant ils sont devenus des instruments dociles entre les mains de nos fabricants qui leur confient la gravure de leurs dessins les plus délicats (électrographie, électrogravure), de même que la formation de leurs rouleaux d'impression les plus volumineux (galvanoplastie).

Si nous jetons maintenant un regard sur les progrès réalisés par le concours de la chimie, nous serons peut-être encore plus émerveillés du résultat. La multitude des faits accumulés par l'étude des siècles précédents, qui ne formaient alors qu'un chaos immense dans l'esprit humain, sont aujourd'hui coordonnés d'une manière simple et régulière. Les principes admirables de la science des Lavoisier et des Berzélius ne pouvant plus suffire à tous les faits nouveaux qui se présentent à notre examen, se sont modifiés par la découverte des lois nouvelles qui font ressortir l'admirable harmonie qui préside à la composition des corps. La multiplicité d'aspect des composés organiques qui, malgré leur immense variété ne renferment que quelques éléments d'un nombre restreint, ne peut s'expliquer que par la combinaison de ces éléments s'unissant les uns avec les autres dans des proportions définies, et pouvant se substituer par groupes à d'autres groupes ou à d'autres éléments, en observant des règles déterminées et en obéissant à des lois certaines qui se fixent chaque jour davantage.

Ces lois de substitution découvertes par le génie de Dumas et observées par les Laurent, les Würz, les Liebig, les Hoffmann, etc., dans leurs nombreuses recherches, se sont fait adopter par la science moderne dans un espace de temps relativement très-court, et leur application aux travaux industriels par les chimistes de tous pays, dont j'ai déjà cité les recherches, a conduit ces esprits pratiques aux admirables découvertes dont j'ai tracé l'historique dans mon premier article.

Grâce à ces recherches diverses, à ces travaux constants, le génie de l'homme, non content de retirer de la houille, en les asservissant, les agents naturels tels que la lumière et la chaleur, a su y retrouver les éléments de corps nouveaux, et c'est ainsi que les couleurs brillantes qui paraient les fleurs de ces plantes gigantesques qui gisent en immenses amas dans les profondeurs de la terre, revivent aujourd'hui aussi éblouissantes qu'elles l'étaient il y a des milliers d'années.

L'*aniline* et la *toluidine* en effet ont été retirées des résidus que la houille abandonne après sa transformation en gaz d'éclairage, et c'est ainsi que celle ci, après avoir rendu à l'homme toute la chaleur et toute la lumière que les plantes primitives dont elle forme les débris, avaient absorbées pour leur entier développement, donne encore naissance à ces admirables couleurs que tout le monde connaît aujourd'hui, et qui, fixées sur les tissus les plus variés, attirent nos regards et nous surprennent par leur éclat. L'étude des lois qui président à la formation des corps répandus sur notre globe est donc loin d'être aride, purement spéculative ; elle a désormais un but déterminé, elle ne recherche plus seulement la connaissance de règles purement abstraites, elle a quitté ces régions solitaires que quelques rares esprits parcouraient autrefois, elle se fait pratique et elle devient presque immédiatement utile.

L'industrie désormais unie à la science par des liens étroits, s'emparera de toutes ces découvertes, observera toutes les lois qu'elle lui indiquera comme

pouvant la conduire au but qu'elle veut atteindre. Ce but se résume en ces deux mots : *rapidité* du travail ; *perfection* du résultat.

L'illustre professeur de Berlin, M. *Hoffmann*, l'a bien compris, et, dans la réunion des chimistes et des physiciens de tous les pays qui a eu lieu le 24 avril dernier, il a dit en termes éloquents que l'esprit humain s'étend et se subdivise en une infinité de ramifications qui convergent toutes et se réunissent en deux grands courants parallèles, l'un la science pure, la *théorie* ; l'autre la science appliquée, la *pratique*.

Il ajoute que a science et l'industrie sont les deux grands leviers du progrès humain, et il rend en même temps hommage à un homme dont le génie et les travaux ont exercé une puissante influence sur l'une et l'autre, en nommant M. Chevreul, le doyen des chimistes, l'illustre professeur du muséum et des Gobelins. M. Dumas, président de la réunion, glorifie les travaux de toutes les Académies, et surtout ceux de la Société royale de Londres qui, depuis deux cent sept ans, recueille sans interruption avec une persévérance et une liberté toutes britanniques les travaux et les hommes qui contribuent au progrès de l'esprit humain. Dans une improvisation brillante, il dit que pour la science les distinctions de nationalités disparaissent et qu'il n'y a qu'un drapeau, que les Académies disséminées à la surface du globe n'en font qu'une et qu'à travers les erreurs et les obscurités, elles marchent en avant des nations comme une lueur qui les guide vers la connaissance des vérités naturelles. Il termine en disant qu'en Angleterre le flambeau de la science a eu pour supports, depuis deux siècles, Newton, Watt, Cavendish, Prinstley, Dalton, Wollaston, Davy, Faraday[1]. Six ou sept générations à peine se sont succédé, et déjà elles représentent le génie mathématique dans sa plus glorieuse expression, la pratique dans sa plus haute puissance, l'esprit d'invention sous ses formes les plus fécondes. Newton a soumis le cours des astres au calcul ; Watt la terre et les mers à la vapeur ; Dalton a donné à la chimie philosophique la théorie atomique, sa dernière formule ; Davy a révélé à la chimie pratique un instrument universel de décomposition, la pile voltaïque, et l'électricité est devenue entre les mains de Faraday une force maniable et docile.

Le sentiment qui a guidé M. Dumas dans cette allocution est digne de notre grand chimiste, et les savants étrangers qui l'écoutaient ont à leur tour su rendre justice au génie de nos chimistes et de nos physiciens français, qui ont placé la France à la tête du mouvement scientifique qui entraîne les esprits vers tout ce qui est grand, élevé, et vers ce qui peut contribuer au bien-être de l'homme. Les noms des Lavoisier, des Gay-Lussac, des Dumas, des Thénard, des Chevreul, des Bertholet, des Vauquelin, n'ont pas été oubliés, et cette grande confraternité des savants de tous les pays a été proclamée comme un lien sacré qui doit les unir tous dans leurs travaux communs.

L'Exposition universelle n'aurait pour unique résultat que celui de provoquer l'expression de si nobles sentiments, et de les indiquer aux peuples attentifs comme devant leur servir de devise, qu'elle serait déjà un fait mémorable et digne d'être conservé dans les annales de l'histoire contemporaine de la science et de l'industrie.

D^e KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

1. Ces lignes étaient écrites lorsque nous avons appris que l'illustre Faraday venait de s'éteindre à un âge avancé.

PRODUCTION INDUSTRIELLE DU FROID

PAR M. H. DUFRENÉ, INGÉNIEUR CIVIL.

(Planche XLIV).

I

I. — Notice historique.

C'est au désir d'obtenir des boissons fraîches pendant l'été qu'il faut attribuer les efforts entrepris pour arriver à produire artificiellement une température inférieure à celle de l'air ambiant. Les habitants des climats chauds furent naturellement les promoteurs d'une industrie à laquelle des applications toutes nouvelles aux arts chimiques réservent un si grand avenir.

C'est en effet au Bengale que, de temps immémorial, on arrive à produire de la glace en utilisant à la fois le rayonnement nocturne très-considérable dans ce pays, où l'extrême pureté de l'air le favorise, et la rapide évaporation de l'eau qu'active la sécheresse de l'atmosphère. Placée dans des vases peu profonds et garantie de la chaleur du sol par des corps mauvais conducteurs, l'eau se couvre d'une pellicule de glace qu'on enlève au fur et à mesure qu'elle se produit.

Les Romains savaient conserver la glace, mais ils buvaient principalement de l'eau de neige. Les Apennins, et surtout l'Etna, fournissaient la matière première qu'on emballait dans de la paille, et que des chariots, voyageant pendant la nuit, apportaient jusqu'à Rome. Il est probable qu'ils connaissaient l'art de faire les glaces comestibles qui, conservé en Italie, ne fut introduit en France qu'en 1660.

La manière de produire directement du froid sans le secours de la glace avait été inventée avant cette dernière date, car on lit dans le P. Kircher, qui vivait au milieu du dix-septième siècle[1], que c'était l'usage à Rome, de son temps, de rafraîchir les boissons en plaçant le vase qui les contient dans de l'eau où l'on faisait dissoudre du salpêtre. Quelque temps après (1685), Lahire[2] parvenait à faire de la glace en enveloppant de sel ammoniac mouillé une fiole pleine d'eau déjà refroidie.

En 1755 le docteur Cullen trouva que la congélation de l'eau était facilitée par la diminution de la pression de l'air ambiant; deux ans après, Nairne découvrit cette propriété remarquable de l'acide sulfurique d'absorber rapidement la vapeur d'eau, et, en 1811, Leslie, s'appuyant sur ces deux faits, parvint à produire de la glace dans le vide en présence de l'acide sulfurique concentré. Cette belle expérience que tout le monde a vu faire dans les cours de physique, devint le point de départ d'une grande partie des découvertes postérieures. MM. Taylor

1. *Mund. subter.*, l. VI, *de Nitro.*
2. Mémoires de l'Académie, t. IX.

et Martineau essayèrent plus tard, mais sans succès, de la réaliser industriellement.

En 1824, John Wallance proposa l'emploi d'un courant d'air très-sec et très-raréfié passant sur la surface de l'eau, mais cette idée n'eut aucun succès pratique. Vers la même époque, Faraday remarqua l'abaissement considérable de température produit par la vaporisation du gaz ammoniaque liquéfié, et en 1846, M. Bourgeois mit à profit la propriété de l'ammoniaque, de l'éther et de divers autres produits volatils d'émettre des vapeurs à la température ordinaire en produisant un froid considérable, pour construire des appareils à glace, en liquéfiant ces vapeurs au moyen de la compression. La plus grande partie des appareils proposés depuis ont pour base les principes mis en pratique par M. Bourgeois, s'appuyant sur les faits démontrés par Leslie et par Faraday.

II. — Applications industrielles du froid.

Il est intéressant d'indiquer rapidement les applications presques toutes récentes du froid artificiellement obtenu. Elles sont nombreuses et le deviendront certainement davantage quand on sera arrivé à diminuer la température des corps aussi facilement qu'on l'augmente aujourd'hui.

L'usage le plus connu, c'est le refroidissement des boissons en été. Peu apprécié, ou au moins peu habituel chez nous, sinon dans les grandes chaleurs, l'emploi de l'eau glacée est, dans l'Amérique du nord, extrêmement répandu en toutes saisons. Il faut dire que, dans la partie septentrionale des États-Unis, et sous une latitude à peu près identique à celle du Nord de l'Espagne, les hivers sont extrêmement rigoureux, et, par conséquent, la glace abondante et à bon marché. A Paris, c'est surtout sous la forme de carafes frappées que s'emploie la glace. En nature, et à l'exception des morceaux de choix, elle sert principalement à produire les mélanges réfrigérants destinés à fabriquer les comestibles glacés de toutes sortes.

Tout le monde sait que le froid retarde la fermentation et empêche, par conséquent, la putréfaction des corps organisés, et il n'en est pas d'exemple plus frappant que la découverte faite en 1799 par les pêcheurs sibériens de l'embouchure de la Léna, au nord d'Irkoutzk, d'un cadavre d'éléphant fossile dont la chair s'était si bien conservée dans un bloc de glace pendant des siècles, que, lorsqu'Adams le vit en 1806, les pêcheurs taillaient des blocs de cette viande gelée pour en nourrir leurs chiens. Aujourd'hui, il nous arrive, pendant l'été, des saumons des rivières d'Écosse qui, emballés dans la glace, parviennent à Paris dans un état de conservation parfaite. Les colons du Cap de Bonne-Espérance expédient de la même manière, à Londres, des raisins frais. Toutes les substances comestibles se conservent de la même manière; mais il est à remarquer que l'abaissement de la température ne doit pas, autant que possible, dépasser le zéro du thermomètre centigrade; car, autrement, il s'ensuit une solidification de l'eau contenue dans les pores des substances ainsi emballées, et une désorganisation qui a pour effet d'augmenter la tendance à la décomposition quand elles se trouvent de nouveau soumises à une température plus élevée.

La difficulté qu'on éprouve, pendant les longues traversées, à se procurer de l'eau douce, a fait imaginer plusieurs moyens de rendre l'eau de mer potable. La distillation, à laquelle on a songé tout d'abord, ne donne que de l'eau privée d'air, à laquelle il est nécessaire de faire subir, après refroidissement, une opération difficile, qui a pour but de lui restituer l'air qu'elle a perdu. Malgré les nombreux essais auxquels on s'est livré dans ce sens[1], le problème est loin d'être

1. Un de ces procédés est décrit dans les *Annales du Génie civil*, novembre 1866.

résolu, et le peu de succès des appareils distillatoires a donné l'idée de tourner la question. La congélation fournit le moyen de séparer l'eau du sel qu'elle tient en dissolution, et ce fait, connu depuis longtemps, est destiné à servir de base à la production économique de l'eau douce à bord des navires.

Il est intéressant de remarquer que, lorsque la congélation est rapide, tout l'air contenu dans l'eau est emprisonné dans la glace au moment où elle se forme, et qu'il se dissout presque instantanément au moment de la liquéfaction de la glace. Il faut ajouter que cet air, beaucoup plus riche en oxygène que l'air atmosphérique, se trouve tout naturellement dans les proportions convenables pour sa dissolution, et dans les circonstances de température les plus favorables pour sa prompte absorption. Il est du reste facile de s'assurer qu'une carafe frappée fournit de l'eau dont le goût est le même que celui de l'eau ordinaire, tandis que l'eau récemment distillée produit, en la prenant, une impression très-désagréable.

En suivant le même ordre d'idées, on a proposé de concentrer les eaux minérales pour le transport en les faisant congeler en partie de manière à enlever une portion considérable de l'eau de dissolution. L'action du froid n'exerce pas, sur les matières salines ou organiques contenues dans les eaux de cette nature, une action perturbatrice analogue ou comparable à celle qu'occasionne la chaleur. Dans cette voie, la congélation devra toujours être préférée à la distillation.

Cette propriété que possèdent presque tous les liquides de se congeler à une température fixe, sans entraîner en même temps la solidification des substances étrangères qu'ils tiennent en dissolution, fournit un moyen de séparation dont les applications sont nombreuses. Ainsi, par exemple, le vin et les liquides alcooliques peuvent être enrichis presque indéfiniment en les soumettant à un froid assez vif pour déterminer une congélation partielle. L'abaissement de la température n'exerce aucune action funeste sur les principes aromatiques, et on prétend même qu'il les améliore. En décantant alors la partie liquide, on obtient un produit beaucoup plus riche en alcool.

Il serait facile de multiplier ces exemples et d'indiquer d'autres conséquences importantes de la production économique du froid ; nous nous contenterons de citer la parfumerie, la fabrication des boissons gazeuses, la conservation des pulpes et des jus dans les sucreries, la séparation des acides gras, la cristallisation des sels, et une foule d'autres cas où l'application du froid peut produire d'heureux résultats. Ainsi la fabrication de la bière, qui est extrêmement difficile sinon impossible pendant l'été, peut désormais devenir continue, grâce aux appareils qui permettent de refroidir le moût dans des conditions assez économiques pour que leur emploi puisse avoir lieu sur une grande échelle. La facilité d'abaisser la température de l'air, dans les caves et dans les celliers, donne aussi le moyen facile de conserver la bière et les autres boissons intactes pendant les grandes chaleurs.

La dernière application que nous mentionnerons, et qui a une très grande importance, c'est le traitement des eaux mères des marais salants dans le but d'extraire les sels de soude et de potasse qu'elles contiennent. Quand elles ont laissé déposer la presque totalité de leur sel, on les soumet à un refroidissement de 15° à 20° au-dessous de 0. La double décomposition qui se produit entre le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie fournit du sulfate de soude, dont la cristallisation est provoquée par cet abaissement de température. Les eaux sont ensuite dépouillées du surplus de sel marin, puis du chlorure de potassium qu'elles contiennent, par des procédés que nous n'avons pas à examiner ici.

III. — Sources de froid.

Les causes d'abaissement de la température des corps sont les suivantes :

1° Le rayonnement vers des espaces froids ou le contact avec des substances possédant une température moins élevée ;

2° La liquéfaction des corps solides ;

3° L'évaporation des liquides ;

4° La dilatation des gaz.

En général, toute action ayant pour conséquence d'écarter les molécules produit du froid, tout moyen de les rapprocher fournit de la chaleur. Quand on voudra abaisser la température d'un corps, il faudra donc modifier l'état physique d'une portion de sa masse ou celui des corps environnants. La quantité de chaleur nécessaire pour amener cette modification, peut être fournie par le corps lui-même, et alors son degré thermométrique s'abaisse, ou bien provenir de causes extérieures, et, dans ce cas, sa température peut s'élever ou rester stationnaire. Elle demeure sans variations pendant que le corps change d'état, c'est-à-dire s'il y a liquéfaction ou vaporisation ; elle s'élève, au contraire, lorsque, gardant la même apparence physique, son volume se modifie, c'est-à-dire, en général, s'il y a dilatation.

La liquéfaction des solides produit du froid, parce que ce changement d'état nécessite, pour l'accomplissement du travail mécanique qui le détermine, l'absorption d'une certaine quantité de chaleur qu'on nomme calorique latent de liquéfaction. Cette quantité de chaleur, nécessairement empruntée aux corps environnants, amène un abaissement dans leur température.

Quand un liquide est porté à une température suffisante sous une pression donnée, la chaleur qu'on lui communique détermine son ébullition, laquelle n'est autre chose que l'émersion tumultueuse de la vapeur produite Le nombre de calories nécessaire pour effectuer la transformation mécanique du liquide en vapeur se nomme calorique latent de vaporisation, et si cette production de vapeur est provoquée par un moyen quelconque à l'abri d'une source de chaleur artificielle, le passage de l'état liquide à l'état gazeux réclamant la même quantité de chaleur, les corps entourant le liquide en expérience devront la lui fournir en subissant, par ce fait même, une diminution dans leur température.

Enfin, si une source de chaleur vient modifier l'état thermométrique d'un gaz, son volume augmente et cette dilatation est précisément le résultat apparent du travail mécanique produit par la chaleur employée, de même que, comme nous venons de le dire, la vaporisation et la liquéfaction représentent une conversion analogue de la chaleur en travail. Si donc on venait à dilater forcément un gaz sans l'intervention du calorique, la quantité de chaleur équivalente à ce travail devrait être empruntée aux substances qui l'entourent, et leur température s'abaisserait.

Ayant ainsi rappelé en quelques mots les principes fondamentaux sur lesquels on s'appuie nécessairement pour la production du froid, nous allons indiquer successivement le parti que l'industrie a pu en tirer.

IV. — Production et conservation de la glace.

Le rayonnement est un moyen difficile à employer à l'époque où le besoin d'un abaissement de température se fait le plus vivement sentir. Bien qu'on puisse admettre que le rayonnement nocturne pendant l'été soit considérable, l'influence de la chaleur du sol, de celle de l'atmosphère et de l'état hygrométrique de l'air

vient en modifier profondément les conséquences. Pendant l'hiver, au contraire, c'est par le rayonnement seul que l'abaissement de la température se produit et qu'a lieu la congélation de l'eau. L'industrie s'est emparée de ce moyen d'une manière indirecte, en conservant pour l'été la glace produite pendant le froid de l'hiver.

L'accumulation de la glace dans des réservoirs maintenus à une température aussi basse que possible par des dispositions convenables, constitue encore le plus grand moyen de production de froid que nous ayons. Quelque ingénieux et utiles que soient les appareils qui ont été imaginés pour l'obtenir directement, quel que soit l'avenir qui leur est réservé, les glacières sont encore aujourd'hui le procédé le plus pratique que l'on puisse suivre dans ce but. Ajoutons cependant que l'emploi de la glace, extrêmement commode pour les usages domestiques, tels que le refroidissement des boissons, la fabrication des sorbets et des glaces, etc., ne saurait réussir dans la plupart des applications industrielles que nous avons déjà sommairement indiquées. Il est facile de s'en rendre compte. Quand on se sert de glace pour refroidir un liquide, par exemple, il y a trois moyens de procéder: 1° en mettant directement dans le liquide la glace, convenablement divisée, ce qui est impraticable dans la plupart des cas, parce que la liquéfaction de la glace produit de l'eau qui se mêle au liquide donné; 2° en entourant de glace le vase contenant la solution à refroidir; on en perd alors une quantité considérable qui se liquéfie au contact de l'air ambiant, et de plus, la température ne peut s'abaisser au-dessous de 0°; 3° en remplaçant la glace par un des mélanges refrigérants dont nous parlerons plus loin. On parvient ainsi à une température assez basse, mais la dépense augmente dans une proportion qui en interdit l'usage dans la plupart des industries chimiques.

Le motif le plus important qu'on ait pour se passer de l'emploi de la glace dans le but de soustraire du calorique à un corps donné, c'est que les emprunts de chaleur extérieure qui, dans cet ordre d'idées, constituent une perte d'effet utile, sont beaucoup plus considérables quand on a à fabriquer ou à conserver de la glace, puis ensuite à l'employer comme source de froid, que lorsqu'il suffit de produire de suite et d'appliquer dans une même opération l'abaissement de température qu'on veut obtenir.

La plus grande partie des appareils exposés au Champ de Mars ont pour but la fabrication des glaces comestibles et le raffraîchissement des boissons. Les dispositions de ces appareils sont toutes connues : ce sont des récipients dont les parois sont rendues aussi peu conductrices que possible et qu'on remplit de glace ou d'un mélange réfrigérant, dans lequel on agite le moule ou le vase où se trouve la matière à refroidir ou à congeler. Les perfectionnements portent sur les moyens mécaniques de renouveler les surfaces en contact. Nous n'insisterons pas sur ces appareils qui ne sont pas précisément industriels, mais nous signalerons les caisses ou coffres destinés à conserver la viande, le poisson, le vin, etc., dont plusieurs bons spécimens figurent à l'Exposition. Ces coffres, faits pour la plupart de parois doubles entre lesquelles on place de la glace, sont peu connus en France et malheureusement leur prix est trop élevé pour qu'ils puissent s'y répandre beaucoup. Nous citerons ceux de M. Bauer, de Saint-Gall (Suisse), et ceux de la Compagnie anglaise des glaces du lac Wenham.

La conservation de la glace se fait en l'emmagasinant dans des espaces souterrains construits en briques; la partie inférieure est munie d'une grille, permettant l'écoulement de l'eau. Sur cette grille on empile les blocs de glace, en laissant entre eux le moins d'espace possible, et quand la glacière est pleine, on y verse de l'eau très-froide de manière à faire prendre toute la masse en un seul bloc. On dispose par-dessus un plancher doublé d'une couche épaisse de tannée

ou de sciure, et la partie supérieure est couverte au moyen d'un toit revêtu de chaume. Les ouvertures qui permettent de pénétrer à l'intérieur doivent être soigneusement fermées de manière à intercepter les courants d'air.

Les règles qui doivent guider pour la construction d'une bonne glacière sont les suivantes :

1° Employer des matériaux mauvais conducteurs de la chaleur;

2° Placer la glacière dans un terrain sec, à l'abri des vents du sud;

3° Ménager l'écoulement facile de l'eau, empêcher les rayons du soleil d'y pénétrer et les courants d'air de la traverser;

4° Emmagasiner la glace à une température au-dessous de 0°, afin que l'eau qu'on y verse puisse se congeler, et transformer le tout en un seul bloc.

5° Enfin, y pénétrer rarement, éviter le renouvellement de l'air et y séjourner le moins longtemps possible.

Aux États-Unis, où l'emploi de la glace est extrêmement commun, les glacières sont très-vastes et très-nombreuses. C'est aux environs de Boston que cette industrie a pris le développement le plus considérable, et nous en devons dire quelques mots :

Les glacières du Massachussets sont destinées à approvisionner le sud de l'Amérique, les Indes et la Chine. C'est en 1802 que Tudor commença à transporter de la glace par mer; le 8 mars 1833, il en envoya, pour la première fois, à Calcutta, et aujourd'hui un grand nombre de compagnies se sont formées pour ce commerce d'exportation. Boston livre aujourd'hui plus de 160,000 tonneaux de glace par navires au long cours.

La glace est récoltée dans les lacs et sciée en cubes de 0m,40 de côté environ; on la place dans des navires dont le fond et les parois sont tapissés d'une épaisse couche de sciure de bois, maintenue par un plancher. Quand l'arrimage est terminé, on recouvre le tout d'un lit de foin, puis d'un plancher sur lequel on foule de la sciure. Malgré le déchet considérable qui résulte de la longueur de la traversée et de la température élevée qui règne dans une partie notable du trajet, l'entreprise est assez lucrative.

En France, quand la glace, faute d'un hiver suffisamment rigoureux, n'a pas pu être emmagasinée en quantités assez grandes pour subvenir aux besoins de la consommation, c'est à la Norwége qu'on a recours pour les approvisionnements. On commence aussi à exploiter les glaciers de la Suisse et les glacières naturelles telles que celles de Fondeurle, de la Chaux, près Besançon, de Saint-Georges (Jura), de Hadamar (Nassau), etc.

V. — **Mélanges réfrigérants.**

Quand on veut obtenir des températures au-dessous de 0°, l'emploi de la glace seule devient insuffisant, et il faut avoir recours aux mélanges réfrigérants. Les uns sont composés d'un mélange de glace et de sels, les autres de sels dont la dissolution dans l'eau détermine une absorption de chaleur. On comprend que le froid produit est dû à la soustraction du calorique absorbé dans le passage de l'état solide à l'état liquide; néanmoins, comme à cette action physique se joint un fait chimique, qui est la combinaison produite par l'eau et le sel, et que ce phénomène est accompagné d'un dégagement de chaleur, l'effet définitif, c'est-à-dire la diminution de la température, ne sera que la mesure de la différence entre la chaleur absorbée et la chaleur produite.

Les sels les plus employés sont le chlorure de calcium, l'azotate et le chlorhydrate d'ammoniaque, le sulfate et le phosphate de soude, le chlorure de sodium et l'azotate de potasse. L'inconvénient principal des mélanges réfrigérants,

est le haut prix du froid qu'ils produisent. Les plus intéressants sont naturellement ceux dont la glace ne fait pas partie et les seuls qu'on puisse employer partout. Les conditions auxquelles ils doivent satisfaire sont les suivantes : 1° être formés de sels à très-bon marché ; 2° pouvoir être régénérés sans perte par des moyens économiques de manière à servir indéfiniment ; 3° ne pas dégager de vapeurs nuisibles dans leur emploi, ni dans leur régénération.

Un mélange à parties égales d'eau et d'azotate d'ammoniaque est celui qui remplit le mieux ces conditions. En prenant les substances à +10°, la température s'abaisse à —16° ; néanmoins, en pratique, on dépasse rarement —5° ou—6°. Une simple évaporation suffit pour reproduire ce sel dont l'emploi est sans aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène ; cependant il coûte assez cher et finit par s'altérer après un certain nombre d'évaporations successives.

Un grand nombre d'autres sels ont été proposés, nous n'en donnons pas la liste qu'on trouve dans tous les traités de physique.

Quelle que soit la composition du mélange dont on se sert, le mode de procéder est le même que celui que nous avons indiqué plus haut, en parlant de la glace. La substance à refroidir est placée dans un récipient qu'on entoure du mélange réfrigérant, et il n'y a d'autres précautions à prendre que celles qui ont pour but d'empêcher le rayonnement extérieur et la transmission de la chaleur ambiante. Les vases contenant les matières frigorifiques devront être formés de matériaux mauvais conducteurs, ayant à la fois un faible pouvoir absorbant et une capacité calorifique aussi petite que possible. Si le but qu'on se propose est d'atteindre une très-basse température, les substances qu'on veut refroidir devront être successivement placées dans plusieurs mélanges réfrigérants, dont les éléments constitutifs doivent être amenés d'avance à la plus faible température compatible avec l'exercice de leur affinité chimique qu'un froid considérable paralyserait.

VI. — Emploi des liquides volatils.

La quantité de chaleur que réclament les liquides pour passer à l'état de vapeur, bien que variable suivant les différents corps, est toujours très-considérable par rapport à celle qui est nécessaire pour élever leur température de 0°, par exemple, à leur point d'ébullition.

Aussi a-t-on employé presque exclusivement ce moyen pour soustraire la plus grande somme de chaleur possible aux corps dont on veut abaisser la température.

Parmi les liquides volatils, l'ammoniaque, ainsi que les différents éthers et principalement l'éther méthylique, sont ceux dont l'usage offre le plus d'avantages.

L'appareil Carré, exposé par MM. Mignon et Rouard, et que tout le monde a vu fonctionner à l'Exposition, emploie l'ammoniaque comme matière première de la production du froid. La planche XLIV montre en coupe une disposition de cet appareil.

Une solution aqueuse de gaz ammoniaque est introduite dans une chaudière A, chauffée par le foyer G du fourneau B. Cette chaudière est munie de 3 ouvertures, donnant le passage à 3 conduits : 1° le tuyau E qui mène au congélateur de la chaudière ; 2° le tuyau O, qui conduit la solution appauvrie dans l'appareil S, où elle s'enrichit de nouveau au contact des vapeurs ammoniacales, ayant produit leur effet, enfin ; 3° le tuyau T, qui ramène cette solution revivifiée à la chaudière, en la faisant passer par l'appareil à cascade U, lequel, placé sur le trajet des vapeurs, déchargées par l'ébullition, les dépouille d'une partie de l'eau qu'elles

contiennent en leur cédant une portion notable de l'ammoniaque que renferme le liquide fourni par le tuyau T.

Les vapeurs provenant du tuyau E traversent le réfrigérant F, rempli d'eau au moyen d'un serpentin où a lieu la liquéfaction, grâce au froid et à la pression qui atteint environ 10 atmosphères. Le liquide produit pénètre dans le distributeur H, ayant pour mission de laisser passer seulement le gaz liquéfié qui se rend, par les tubes I et K, dans un récipient V, rempli de glycérine, d'alcool ou de chlorure de calcium.

L'eau à congeler est placée dans des vases cylindriques X, que l'on trempe dans la dissolution de glycérine de chlorure de calcium ou d'alcool que nous venons de mentionner. Là, la vaporisation de l'ammoniaque a lieu de nouveau et par suite de l'absorption de la chaleur, nécessaire au passage de l'ammoniaque à l'état gazeux, la température s'abaisse dans le récipient et par suite l'eau se congèle.

Alors pour que l'opération soit continue et économique, il faut que les vapeurs ainsi produites soient réintégrées dans la chaudière et viennent enrichir la dissolution dont elles proviennent, et que leur départ a appauvrie, afin que la même quantité d'ammoniaque puisse toujours servir.

Pour cela, les vapeurs réunies par le tuyau L pénètrent par le tuyau M, au fond du vase N, faisant l'office du condenseur d'une machine à vapeur. La condensation des vapeurs ammoniacales y est opérée par la dissolution pauvre de la chaudière qui suit le trajet suivant : elle est refoulée par le tuyau O et parcourt un double serpentin placé dans l'espace annulaire, compris entre deux cylindres, dont l'extérieur seul est vu en P, elle se refroidit ensuite dans un autre serpentin enroulé dans le cylindre A, plein d'eau froide, et remonte à la partie supérieure du cylindre N, où elle est déversée en pluie, par le plateau R, à travers le courant de gaz fourni par le tuyau M. La condensation étant ainsi produite, la dissolution ammoniacale est prise par une pompe placée en Z, derrière le récipient Q, puis ramenée à la chaudière, en passant de bas en haut dans l'espace annulaire P, où elle se réchauffe en refroidissant l'eau provenant de la chaudière A, qui le traverse de haut en bas dans le double serpentin dont nous avons parlé plus haut. Enfin, elle est refoulée dans la chaudière A par le tuyau T, lequel la verse sur l'appareil à cascade U, dont le jeu a été expliqué au commencement de cette description. Le réservoir Y, fournit de l'eau aux points où un refroidissement est nécessaire.

Ainsi, en résumé, et en faisant abstraction des détails, les vapeurs ammoniacales produites par l'ébullition de la solution aqueuse sont liquéfiées par le froid et par la pression, puis amenées au contact des substances à refroidir. Là, une nouvelle vaporisation a lieu sous l'influence de la température de l'eau à congéler et du vide produit par la condensation de la vapeur elle-même.

Cette condensation a lieu par l'accès de la dissolution ammoniacale appauvrie provenant de la chaudière et convenablement refroidie. Enfin, le liquide revivifié par cette opération est restitué à la chaudière, en échangeant avec le liquide appauvri venant en sens contraire, une partie du calorique qu'il renferme.

A côté de cet appareil nous allons examiner ceux de M. Ch. Tellier, qui ont été adoptés récemment dans la grande brasserie de MM. Bass et Ce, à Burton, et qui fonctionnent au moyen de l'éther méthylique dont M. Tellier est parvenu à rendre la fabrication très-économique.

Nous aurions voulu indiquer à nos lecteurs la place qu'ils occupent à l'Exposition, nous les y avons vainement cherchés et nous nous contenterons de les décrire sans nous préoccuper des causes qui ont motivé leur absence, quelque surprise que nous puissions en éprouver.

Le premier de ces appareils a pour but, comme le précédent, la fabrication de la glace, mais l'inventeur, en choisissant l'éther méthylique, a écarté l'emploi de la chaleur, et c'est à la compression seule qu'il a confié la liquéfaction des vapeurs d'éther après l'accomplissement de leur effet. Seulement, bien qu'il puisse être employé à terre sans modification, l'appareil de M. Tellier a surtout été conçu dans le but de produire de la glace à bord des navires, soit au point de vue du refroidissement d'une manière générale, soit avec l'intention d'obtenir de l'eau potable par la congélation de l'eau de mer.

Fig. 1.

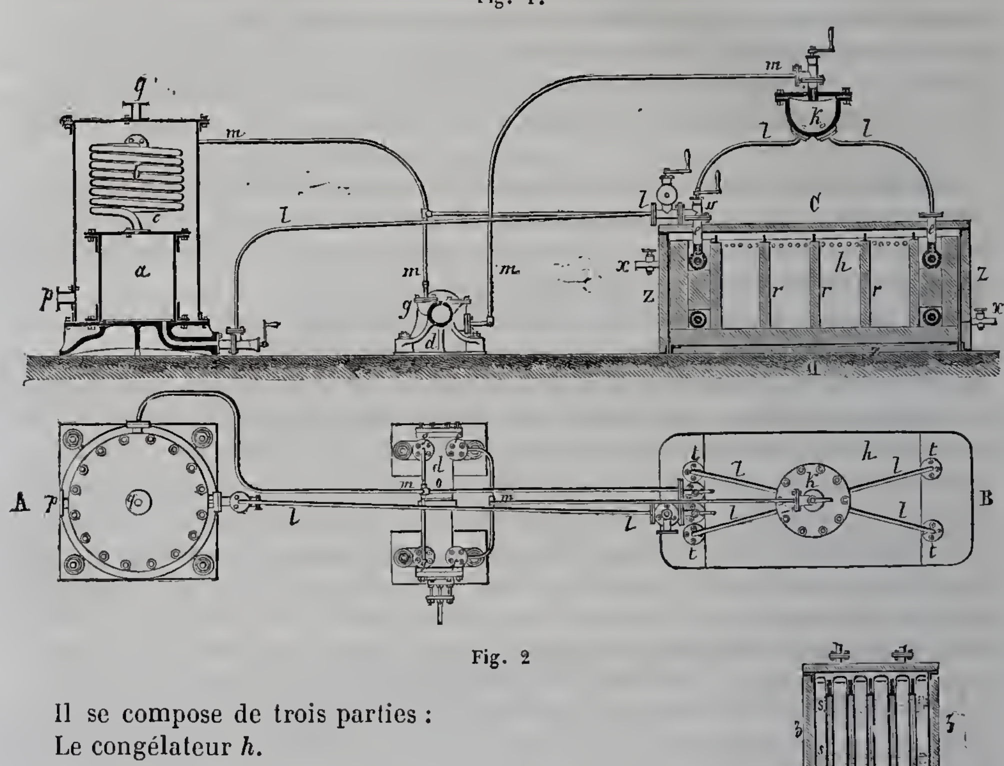


Fig. 2

Il se compose de trois parties :
Le congélateur *h*.
La pompe de compression *d*.
Le condensateur *a b*.

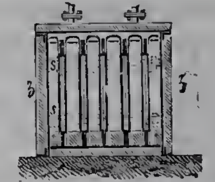


Fig. 3.

Le congélateur est destiné à contenir l'éther méthylique liquéfié, il est formé de cinq réservoirs qu'on voit en coupe longitudinale, fig. 1, et en coupe transversale, fig. 3.

Chacun de ces réservoirs est formé par deux feuilles de tôle légèrement embouties, réunies par une solide clouure et munies d'entretoises, placées à égales distances, qui permettent de donner à l'appareil toute la solidité désirable.

On obtient donc ainsi un tout solidaire, formant une capacité à compartiments, étanche, résistante et présentant de très-larges surfaces. C'est dans cette capacité qu'arrive l'éther méthylique liquéfié, et comme il est immergé dans une bâche convenablement disposée et isolée, on voit qu'en faisant arriver de l'eau dans cette bâche, cette eau va remplir tous les espaces laissés libres par les compartiments du réservoir à éther, qu'elle baignera les surfaces extérieures de ce réservoir et que, dans ces conditions, si l'éther se vaporise, la congélation aura lieu.

Sous l'influence de l'absorption du calorique latent de l'eau, une vaporisation active de l'éther méthylique se fait dans le congélateur. Lorsque l'appareil est à terre, les vapeurs ainsi produites s'en vont en n'emportant qu'une faible proportion de particules liquides ; mais à la mer l'orifice de sortie, s'il était unique,

serait immergé par l'éther liquéfié, qui serait projeté dans les conduites. Pour prévenir cet effet, les orifices de sortie *t* sont placés à chaque angle du congélateur.

Grâce à cette disposition, quelle que soit la position du congélateur, un des orifices au moins sera toujours libre, et la vapeur pourra s'échapper sans entraîner d'éther liquide.

De plus les quatre tubulures sont réunies en un vase égoutteur *k* qui, présentant toujours une de ses tubulures en contre-bas de celle qui enlève les vapeurs, permet le retour au congélateur du liquide qui en aurait été projeté.

La pompe de compression *d* aspire constamment les vapeurs qui se forment dans le congélateur et les refoule dans le condensateur *b* entouré d'un courant d'eau froide.

Sous la double influence de la température et de la pression, l'éther méthylique se liquéfie et s'écoule à la partie inférieure du serpentin.

A cet instant le congélateur est vide, le récipient *a* ayant reçu tout l'éther qui a produit la congélation. On y fait arriver des vapeurs éthérées à une pression supérieure à celle correspondant à 0°, en ouvrant le robinet *u*. Elles se condensent et produisent de la chaleur qui, échauffant les parois, détache les pains de glace.

Cette opération étant faite, on ouvre le robinet *x* qui permet à de nouvelle eau de remplir la bâche du congélateur; ouvrant ensuite le robinet *y*, on fait arriver, par la conduite *l* dans le congélateur, l'éther liquéfié que contient le réservoir *a* : on referme alors le robinet *y* et l'opération est prête à recommencer.

Cet appareil permet d'obtenir de l'eau douce au moyen de l'eau de mer. Il suffit pour cela de remplir le congélateur d'eau de mer, laisser la congélation s'opérer, puis ouvrir le robinet *x'*. Aussitôt les eaux mères chargées de sels s'échapperont, tandis qu'au contraire l'eau douce, sous forme de glace, restera dans l'appareil.

Le second appareil du même inventeur est construit de manière à refroidir une grande masse d'air et à la lancer dans l'espace où il s'agit d'entretenir une

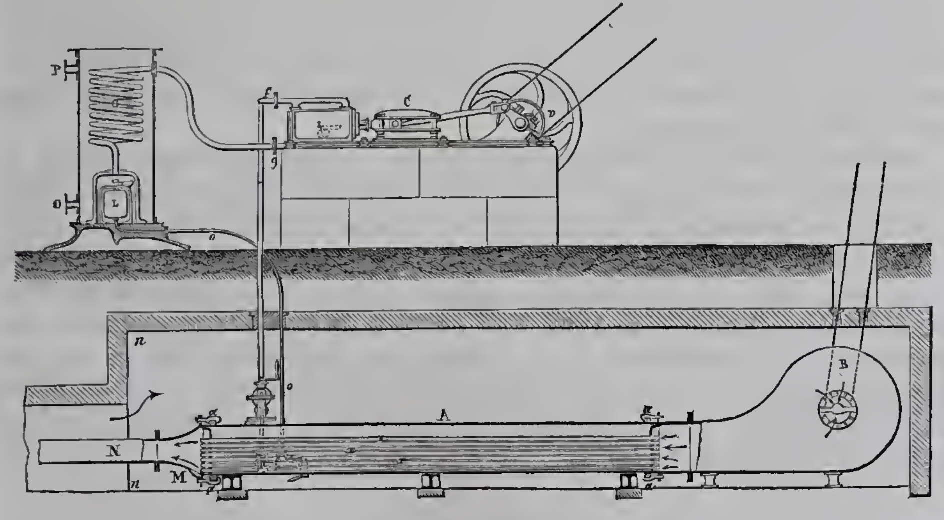


Fig. 4.

basse température. Il est applicable principalement dans le cas où il est utile d'entretenir une température voisine de 0°, soit pour retarder la fermentation des liquides, soit pour empêcher l'altération des matières organiques qu'on veut conserver.

Il se compose de quatre parties : un refrigérant, un ventilateur, un appareil de compression et un condensateur représentés en coupe dans la fig. 4.

Le refrigérant est un cylindre creux A terminé par deux fonds que traversent un grand nombre de tubes x parallèles à l'axe du cylindre. Les extrémités de ces tubes communiquent d'un côté avec le ventilateur B, et de l'autre avec l'espace à refroidir par le tuyau N. Le ventilateur est identique à ceux qu'on emploie dans tous les cas analogues, et sa prise d'air a lieu soit dans l'enceinte elle-même, soit extérieurement. Dans le premier cas, l'air n'est jamais renouvelé et la circulation se fait sans emprunt à l'atmosphère extérieure. Dans le second, tout l'air froid lancé venant du dehors, il devient nécessaire de faire échapper l'air contenu dans l'enceinte dès que sa température s'est élevée.

L'appareil à liquéfier la vapeur d'éther est une pompe à compression ordinaire c, seulement les soupapes sont placées dans une position inverse de celles qu'elles occupent habituellement savoir : les soupapes d'aspiration à la partie supérieure du cylindre et celles de refoulement à la partie inférieure. Le but de cette disposition est de permettre l'évacuation facile du liquide dans le cas où il viendrait à s'en former dans l'intérieur de la pompe.

Cette pompe est munie d'une enveloppe extérieure afin de pouvoir faire circuler autour du cylindre un courant d'eau froide destinée à emporter la chaleur que dégage la compression.

Enfin l'appareil condensateur D est formé d'un serpentin ordinaire G dans lequel les vapeurs d'éther viennent passer à l'état liquide, pour se rendre dans une capacité M munie d'un flotteur L qui règle l'écoulement de l'éther. Ceci posé, on place de l'éther méthylique dans le cylindre réfrigérant A, puis on met le ventilateur et la pompe de compression en mouvement. L'air, en passant dans les tubes, se débarrasse d'une portion notable de sa chaleur en réduisant l'éther en vapeur.

En même temps une grande partie de son humidité se dépose sur les parois des tubes et s'écoule. La pompe de compression agissant continuellement, les vapeurs d'éther sont aspirées, puis comprimées dans le serpentin qui forme le condensateur, elles sont liquéfiées et emmagasinées dans un récipient d'où elles redescendent dans le réfrigérant que nous venons de décrire. De cette façon la circulation est continue, et l'éther sans cesse liquéfié et vaporisé, devient une source de froid incessante pour l'air que le ventilaleur lance à travers sa masse par les tubes du réfrigérant.

Dans les appareils que nous venons de décrire le froid est produit soit par la vaporisation de l'ammoniaque, soit par celle de l'éther, et l'opération est rendue continue en ramenant à l'état liquide les vapeurs dont la production a déterminé l'abaissement de température qu'on avait en vue. Le bas prix et la valeur du calorique latent de vaporisation semblent donner à l'ammoniaque la préférence sur l'éther, mais d'un autre côté l'emploi de l'éther dispense des hautes pressions et de l'intervention de la chaleur. Dans l'un et dans l'autre cas, une pompe est nécessaire, soit pour produire le vide qui détermine la vaporisation à basse température et pour liquéfier les vapeurs en les comprimant, soit pour refouler la dissolution ammoniacale dans la chaudière.

VII. — **Emploi de la dilatation.**

Le dernier moyen qu'on puisse employer pour abaisser la température des corps consiste à comprimer un gaz, l'air, par exemple, puis à le dilater et à profiter de l'absorption de la chaleur qui se manifeste alors pour enlever aux corps environnants une portion de leur calorique.

Pour comprimer de l'air il faut employer des machines puissantes, de larges cylindres, et refroidir avec soin les appareils de manière à les empêcher de s'échauffer sous l'empire de la compression même du gaz. La faible densité de l'air, la difficulté, nous dirons presque l'impossibilité pratique de le comprimer à un degré suffisant, la nécessité d'avoir des réservoirs considérables, ont fait renoncer à l'emploi de ce moyen, surtout en présence des appareils dont nous venons de parler, qui fonctionnent aisément et à peu de frais.

Nous devons noter cependant, bien qu'ils ne soient pas employés d'une manière directe à la production artificielle du froid, les appareils employés par M. de Mondesir pour la ventilation du palais du Champ de Mars. A l'injection de l'air, qui est le motif principal de l'installation, ces appareils joignent par le fait même du principe suivant lequel ils ont été construits, l'avantage de fournir cet air à une température plus basse que celle du milieu auquel ils l'empruntent. C'est en effet à l'aide de l'air comprimé puis dilaté que cette ventilation s'effectue. Il n'entre pas dans notre cadre de décrire ces appareils, nous avons voulu seulement les mentionner comme application indirecte des principes rappelés plus haut.

En résumé, si l'on écarte tout d'abord la conservation de la glace comme moyen de production artificielle du froid, ce qui est rationel en ce sens qu'il y a plutôt récolte que procédé, et de plus que l'emploi de ce moyen ne permet pas d'arriver à un refroidissement indéfini, si l'on met de côté les mélanges réfrigérants comme trop coûteux et celui de la dilatation des gaz comme peu pratique, on reconnaîtra que la vaporisation des liquides est le seul procédé vraiment industriel dont on peut se servir pour la production du froid. La raison en est sans doute dans la valeur élevée du calorique latent de vaporisation des liquides en général et dans la facilité que l'on trouve à en liquéfier les vapeurs soit mécaniquement par la compression, soit physiquement au moyen des procédés ordinaires de la condensation.

H. DUFRENÉ,
ancien élève de l'École centrale.

LA TÉLÉGRAPHIE

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

Par le Comte **Th. du MONCEL.**

SUPPLÉMENT.

Câble sous-marin artificiel de M. Varley.

On devait rencontrer à l'exposition anglaise plusieurs appareils télégraphiques se rapportant à la télégraphie sous-marine; mais ces appareils, pour une cause ou pour une autre, n'ont pas été envoyés. De ce nombre sont ceux de M. Varley que nous trouvons cependant annoncés au catalogue.

L'un de ces appareils, pourtant, est très-intéressant, car non-seulement il permet de montrer ce qui se passe dans les transmissions sous-marines, mais encore de calculer exactement les effets qui seront produits sur une ligne d'une longueur donnée. M. Varley a donné à cet appareil le nom de *câble sous-marin artificiel*. Il se compose de plusieurs systèmes rhéostatiques qui peuvent se réunir ou se fractionner à volonté, suivant la longueur de la ligne dont on veut apprécier d'avance la grandeur des effets produits.

L'un de ces systèmes se compose de 10 bobines de résistance qui peuvent être interposées dans un même circuit, et qui se trouvent reliées chacune par un fil de communication avec d'immenses condensateurs de 40 mille pieds carrés de surface, mis d'ailleurs en communication avec la terre.

Chacune de ces bobines a une résistance de 80 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres, sauf les deux dernières, qui n'ont qu'une résistance de 40. La somme totale de ces résistances représente donc une longueur de 800 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres, ou 3,400 kilomètres de fil de cuivre de 2^{m},8 de diamètre, diamètre qui représente à peu près celui du conducteur du câble transatlantique. Or, comme la longueur de ce câble est environ 3.400 kilomètres, on peut considérer la somme des résistances de l'appareil dont nous parlons comme sensiblement égale à la résistance du câble transatlantique.

Les condensateurs dont nous avons parlé n'interviennent que pour déterminer les effets d'induction latérale qui se produisent à travers les câbles immergés.

Or, l'action de ces condensateurs, qui sont au nombre de neuf dans l'appareil de M. Varley, et qui fournissent une surface totale de 130,000 mètres carrés, représente amplement cette induction pour le câble transatlantique; et en étudiant, au moyen du galvanomètre de M. Thomson, ce qui se passe aux différents points du circuit où se trouvent placées les bobines de résistance, on peut reconnaître facilement les phénomènes produits au sein de ce câble. Or, voici ce

que l'expérience a montré à M. Varley, en interposant dans ce circuit 10 galvanomètres de Thomson, échelonnés les uns au-dessous des autres sur une même ligne verticale.

Au moment des fermetures instantanées du circuit, l'image du premier galvanomètre est projetée extrêmement loin, à droite; celle du second est projetée un peu moins loin; celle du troisième, moins loin; celle du quatrième, encore moins loin; enfin celle du cinquième est à peine déviée; avec des fermetures plus longues, le nombre des images déviées augmente; mais celles des premiers galvanomètres ont leur déviation réduite de plus en plus, car la charge électrique, aux points du câble qui correspondent à ces derniers, approche progressivement de l'état statique, et quand l'image du dernier galvanomètre commence à se mouvoir, toutes ces images réunies entre elles par une courbe dessinent la *vague*, bien connue maintenant, de la propagation électrique dans les câbles sous-marins. Or, cette vague est *d'autant moins accentuée* que le courant est *fermé plus longtemps*.

Au moment des communications de la ligne à la terre par les deux bouts, et alors que le courant se trouve brusquement interrompu, l'image du premier galvanomètre est dans le premier moment brusquement déviée à gauche, et les autres images viennent successivement se disposer sur une ligne courbe très-accentuée qui finit bientôt par se transformer en une courbe régulière en S, dont le milieu correspond à la ligne neutre, c'est-à-dire à la ligne droite verticale, suivant laquelle les images se trouvent rangées quand le courant ne passe pas à travers le câble; et cette courbe a ses inflexions de plus en plus réduites, à mesure que la décharge devient plus complète.

En interposant un condensateur à l'extrémité du circuit, comme nous l'avons indiqué dans le dispositif du télégraphe transatlantique, ces images se trouvent projetées sans doute beaucoup moins loin, mais la transformation de la courbe de charge en courbe de décharge s'effectue infiniment plus vite et beaucoup plus régulièrement, car les inflexions de ces courbes s'écartent très-peu l'une de l'autre et de la ligne neutre verticale. C'est cette expérience tout à fait démonstrative qui a fait adopter immédiatement le système du condensateur pour le télégraphe transatlantique.

En ajoutant à ce système rhéostatique un ou plusieurs autres du même genre, il est facile, comme on le comprend aisément, d'étudier les effets dont nous venons de parler sur des câbles plus longs, et c'est ainsi que M. Varley a pu déterminer d'avance les actions qui seront produites sur le futur câble de l'Australie et les moyens d'y remédier.

Cet appareil est, comme on le voit, précieux pour les télégraphistes, et il serait à désirer que toutes les administrations télégraphiques en eussent un modèle.

Câbles de M. Hooper.

Nous avons signalé, sans les décrire, dans notre article sur la télégraphie, les câbles isolés de M. Hooper. Ces câbles ayant résolu plusieurs des grandes difficultés qu'on rencontre dans la construction des conducteurs de cette nature, nous croyons devoir leur consacrer ici quelques lignes.

La capacité inductive des câbles sous-marins, c'est-à-dire la propriété qu'ils ont de réagir électriquement à travers leur enveloppe isolante, variant suivant la nature des substances isolantes, on s'est préoccupé depuis longtemps de rechercher quel était le corps isolant qui pouvait fournir la meilleure isolation possible et la moindre capacité inductive. On a reconnu que, par une heureuse

coïncidence et par suite de leur nature propre, les corps qui isolent le mieux ont également la moindre capacité inductive et on a constaté également que c'était le caoutchouc qui réunissait tous les avantages à ce double point de vue. Malheureusement cette substance a de nombreux inconvénients; elle s'oxyde promptement au contact de l'air, ce qui entraîne son ramollissement et même sa décomposition, et elle absorbe une certaine quantité d'eau quand elle est immergée, ce qui diminue son pouvoir isolateur. Il est vrai que cette absorption ne se fait qu'à sa surface, mais elle nécessite alors des épaisseurs un peu plus grandes pour l'enveloppe isolante des câbles et partant une dépense plus considérable. Aussi le caoutchouc, adopté avec enthousiasme par plusieurs constructeurs, entre autres par M. Siemens pour la fabrication des câbles sous-marins, avait-il été abandonné presque complétement dans ces derniers temps, au grand regret de ceux qui en connaissaient les propriétés avantageuses. M. Hooper, en étudiant de nouveau la question, est parvenu dernièrement à vaincre par une disposition toute particulière tous les inconvénients inhérents à cette substance, et les échantillons qu'il a exposés ne semblent laisser rien à désirer.

Pour obtenir ces résultats avantageux, M. Hooper enveloppe d'abord le conducteur d'une couche assez mince de *caoutchouc très-pur*, puis il entoure cette première couche d'une seconde enveloppe dite *séparateur*, consistant en feuilles métalliques, fils de fer, chanvre, oxyde de zinc ou vernis. Par-dessus il applique du caoutchouc mêlé avec du soufre, et il expose le tout pendant quatre heures à une température de 180° centigrades pour vulcaniser l'enveloppe extérieure. Cette température réduirait, s'il n'était protégé, le caoutchouc pur en une masse semi-fluide; mais, grâce à l'enveloppe qui sépare les deux couches de caoutchouc, la première se forme en une masse compacte qui ne conserve plus aucune trace de ses joints primitifs. L'emploi du séparateur a pour but d'empêcher le soufre d'attaquer le caoutchouc intérieur.

Le rôle du caoutchouc vulcanisé extérieur est d'empêcher l'oxydation du caoutchouc pur, tant qu'il ne se trouve pas altéré lui-même. C'est donc lui qui par le fait est le protecteur de l'enveloppe réellement isolante du câble.

Les avantages matériels de ces sortes de câbles sont faciles à saisir, car, indépendamment de leur moindre capacité inductive, de leur meilleure isolation, ils ne courent pas risque de se déformer dans les climats chauds sous l'influence de la chaleur, comme cela arrive aux fils recouverts de gutta-percha. Dès lors, le conducteur reste toujours bien centré au milieu de son enveloppe isolante, ce qui est un avantage inappréciable à tous les points de vue.

Les essais des câbles de M. Hooper, qui ont été faits aux Grandes-Indes par le colonel Stewart et M. Webb, et en Angleterre par M. Varley, ont été très-satisfaisants, et la plupart des savants et électriciens anglais ont été unanimes pour déclarer leur supériorité.

D'après les expériences comparatives faites entre les cables de M. Hooper et ceux du même diamètre isolés avec de la gutta-percha, qui ont servi pour la ligne du golfe Persique, les résistances absolues aux différentes températures de 0° centigrade, 24° et 38° seraient :

Pour les câbles de M. Hooper.	71036 —	6328 —	2283
Pour les câbles du golfe Persique.	3205 —	170 —	45

Ces résistances sont exprimées en millions d'unités B. A.

Télégraphe autographique de M. Capron.

L'annonce faite, dans le catalogue officiel de l'Exposition de 1867, de l'appareil télégraphique de M. Meyer, et l'impossibilité dans laquelle nous avons été d'en rendre compte, n'ayant pu l'apercevoir à ladite exposition, nous engagent à décrire un appareil imaginé par M. Capron, qui paraît être un perfectionnement de celui de M. Meyer.

En principe, l'appareil de M. Capron n'est autre chose que l'application du système imprimeur de Digney aux reproductions autographiques, et l'application du système des horloges électriques aux mécanismes devant fournir, dans cet appareil, le synchronisme.

Cette dernière partie de l'appareil comporte donc, comme dans l'appareil Caselli et les horloges électriques, un long et fort pendule; mais les mouvements de ce pendule sont entretenus par la chute de poids moteurs assez lourds, tombant d'une hauteur constante, et aussi par une action attractive et répulsive exercée par deux électro-aimants placés, comme dans l'appareil Caselli, aux deux extrémités de l'arc d'oscillation du pendule. Pour obtenir ce double effet, le pendule porte à son extrémité supérieure, près de son centre d'oscillation, deux bras sur lesquels réagissent les poids, et, à son extrémité inférieure, un aimant permanent en fer à cheval, qui doit être assez puissant. Un système électro-magnétique, adapté au-dessus de ce pendule, peut, sous une influence électrique déterminée par les mouvements de celui-ci, remonter les poids et les abandonner à eux-mêmes en temps convenable.

Les fonctions des deux électro-aimants placés aux deux extrémités de l'arc d'oscillation du pendule ne sont pas seulement de produire des attractions et des répulsions, ainsi qu'on l'a vu précédemment; elles ont encore pour effet, par suite de la réaction des noyaux magnétiques agissant comme fer doux sur la masse aimantée du pendule, de servir, comme dans l'appareil Caselli, à maintenir arrêté ce pendule aux extrémités de sa course, jusqu'à ce que l'action des poids moteurs soit préparée convenablement aux deux stations. Cette action est déterminée par un contact opéré à chaque poste par la tige des pendules, vers la fin de leurs oscillations; et elle est tellement combinée, que le dégagement des poids moteurs qui doit déterminer l'oscillation rétrograde (dégagement qui succède au remontage des poids abaissés) ne puisse être effectué que quand le contact dont nous venons de parler est opéré simultanément aux deux postes, comme dans le système de M. Desgoffe. Il en résulte donc que si l'un des pendules a de l'avance sur l'autre, cette avance se trouve immédiatement corrigée à l'oscillation suivante, puisque les deux pendules ne peuvent partir qu'en même temps.

Le système télégraphique proprement dit, où doivent s'effectuer les impressions et les transmissions, se compose, comme nous l'avons dit, d'un appareil analogue, comme disposition, au morse de Digney; seulement, au lieu de marcher sous l'influence d'un ressort, il est mis en mouvement par le pendule lui-même, et cela par l'intermédiaire de deux grandes roues à rochet qui fonctionnent dans le même sens, quoique soumises à l'action de deux mouvements oscillatoires contraires. D'un autre côté, la molette de l'appareil Digney est remplacée, dans le cas qui nous occupe, par une *hélice* d'acier n'ayant qu'un seul pas, et longue de 35 millimètres, ce qui suppose naturellement, au couteau imprimeur et à la bande de papier qui doit être imprimée, une largeur d'environ 4 centimètres, et une longueur au moins aussi grande aux rouleaux entraîneurs de cette bande.

L'hélice-molette dont nous venons de parler est mise en mouvement, ainsi que les rouleaux entraîneurs, et le tampon encreur par une des deux roues à rochet dont il a été question, et avec l'intermédiaire de 5 mobiles. L'autre roue à rochet, également à 5 mobiles, commande le mécanisme qui doit fournir la transmission, lequel est placé à côté de celui que nous venons de décrire. Toutefois, le fonctionnement de ces deux mécanismes est aidé par l'adjonction de deux poids mouflés qui uniformisent en même temps le mouvement produit par l'impulsion des pendules.

La transmission s'effectue par l'intermédiaire d'un cylindre métallique argenté sur lequel est fixée la bande métallique où est écrite la dépêche, et qui tourne exactement avec la même vitesse (3 tours par oscillation des pendules) que l'hélice molette. Un fil de platine, porté par un chariot mobile sur une vis sans fin, parcourt le cylindre suivant sa génératrice, et décrit naturellement, comme dans les systèmes Backewell et Lenoir, une spirale serrée qui rencontre les différents points occupés par l'écriture de la dépêche. Il en résulte, par conséquent, une série de fermetures et d'interruptions de courant qui, en réagissant sur l'électro-aimant du récepteur, peuvent provoquer, de la part de l'hélice molette, des marques différemment placées, suivant l'instant où elles sont produites, mais dans une position symétrique par rapport aux points qui ont provoqué les interruptions du courant.

On comprend, d'après cela, que si le cylindre transmetteur a sa circonférence égale à la largeur du papier-bande, ou plutôt à l'hélice molette, et que les mouvements du chariot transmetteur soient calculés par rapport à ceux des cylindres entraîneurs de la bande de papier, de manière à fournir un même écartement entre les lignes tracées de part et d'autre, il sera possible d'obtenir, par ce système, la reproduction imprimée des dépêches.

Quelques explications sont toutefois ici nécessaires, car il importe d'examiner comment ont lieu, dans ce cas, les impressions.

En admettant que la bande de papier reste fixe et que l'hélice molette tourne, le couteau imprimeur étant constamment appuyé sur elle, la série d'impressions qui se produiront alors se développera, comme on le comprend aisément, sur une ligne droite transversale; c'est la ligne que décrirait un écrou mobile sur une vis s'il était maintenu entre deux coulisses; mais si le papier vient à être entraîné, cette ligne droite s'inclinera, et le couteau imprimeur, continuant son office, dessinera une série de lignes parallèles éloignées les unes des autres d'une quantité en rapport avec la vitesse de rotation des cylindres entraîneurs. Or, dans l'appareil de M. Capron, ces interlignes sont de 7/32 de millimètre, soit environ 1/5 de millimètre, et cet intervalle représente à peu près la largeur du pas de l'hélice décrite par la pointe traçante du transmetteur.

Il résulte de cette disposition qu'avec des mouvements parfaitement synchroniques, toutes les ouvertures de courant, déterminées au transmetteur par la rencontre de traits encrés, pourront être accusées sur la bande de papier par des points qui occuperont exactement les mêmes positions respectives que ceux qui ont provoqué sur la lame d'étain la réaction, et par conséquent, leur ensemble pourra fournir le *fac simile* exact de la dépêche.

Inutile de dire que deux parleurs, adaptés derrière l'appareil, permettent d'échanger les signaux nécessaires à la marche des appareils.

XIX

LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE,

Par M. **Félix BOUDOIN.**

II

DES EXPOSITIONS ANTÉRIEURES A 1867.

Coup d'œil rétrospectif.

Les expositions antérieures à 1867 nous fournissent peu de documents. Les rapports que nous avons pu consulter donnent les noms des exposants ayant mérité des récompenses, mais des détails insignifiants sur leurs œuvres.

Depuis la première exposition, qui eut lieu en l'an VI de la République française, c'est-à-dire en 1798, nous avons fort peu de chose à recueillir. En 1819, on remarque les violons de Chanot rivalisant avec les *Stradivarius* et donnant des sons excellents, par l'effet seul de leur construction, qualité qu'on croyait ne pouvoir être produite que par le temps.

En 1823, M. Érard avait déjà obtenu ce résultat important que, pour renouveler le son après avoir frappé la touche d'un de ses pianos, il n'était pas nécessaire de lever entièrement le doigt, et qu'en le soulevant seulement d'une manière presque imperceptible on donnait un nouvel élan au marteau. C'est un résultat considérable ponr la délicatesse du jeu.

M. Roller présentait un piano à clavier transpositeur.

M. Érard exposait encore une harpe à double mouvement dans laquelle chaque corde est représentative de trois sons.

M. Janssen adopte aux clefs de la clarinette des rouleaux que tous les facteurs ont employés depuis et que les artistes regardèrent comme une innovation importante pour la facilité du doigté.

1851. (*Première exposition universelle à Londres.*) — Autrefois les instruments de musique étaient construits d'après des procédés empiriques et manquaient de justesse ; il fallait, pour jouer convenablement de certains instruments, des exécutants hors ligne. Aujourd'hui qu'on les construit mathématiquement, tout le monde peut en jouer au moins d'une façon passable. Il n'y avait guère que le violon qui eût atteint une grande perfection depuis longtemps déjà.

Le progrès se manifesta presque simultanément en France et en Allemagne. C'est surtout à des facteurs français que sont dûs les perfectionnements du piano et de la harpe qui se bornait d'abord à un petit nombre de tonalités et aborde maintenant tous les tons.

Les orgues sont devenues, chez nous, les splendides instruments que tout le

monde connaît. Enfin la famille des instruments de M. Sax, parcourant l'intervalle entre le petit saxhorn aigu en *si* bémol et la contre-basse à quatre cylindres en *si* bémol également, a rendu, dit-on, notre musique instrumentale d'une richesse incomparable. Citons encore Vuillaume qui imite admirablement les *Stradivarius* et donne d'excellents violons pour un prix relativement modéré.

1855. (*Exposition universelle à Paris.*) — On remarque que les fabricants d'instruments de cuivre abandonnent peu à peu ces formes étranges et absurdes qui ne se rencontrent plus que chez les marchands d'antiquités. Les instruments sont faits d'une manière plus régulière et surtout plus uniforme.

Dans les orgues, M. Cavailhé-Coll emploie les tuyaux harmoniques pour suppléer à ce que les autres ont de criard et de désagréable dans les notes aigües. M. Barker imagine le levier pneumatique qui a pour but de vaincre la résistance du mécanisme dans les accouplements des claviers, et de rendre les touches moins dures sous le doigt.

Immense progrès de l'harmonium, par M. Debain, qui en présente un contenant quatre jeux auxquels il a su, en combinant d'une certaine façon la matière et la forme des anches, donner des timbres différents; c'est M. Debain qui a repris l'œuvre de *Grenié* pour la mener à si bonne fin à force d'essais infatigables.

Nous revoyons là les violons de M. Vuillaume qui, pour satisfaire le *fétichisme* des amateurs de *Stradivarius*, s'est livré à un travail des plus minutieux. Il est parvenu non-seulement à imiter la forme exacte de ces violons fameux, mais encore il a su donner à ses imitations toutes les apparences d'*authenticité* et de *vétusté*, de façon à prendre au piége l'œil de l'amateur le plus exercé. Nous ne trouverions pas beaucoup de louanges pour un semblable résultat si ses violons n'étaient doués en même temps de sons excellents.

D'autres luthiers offrent des essais d'amélioration ; ce sont des violons à forme capricieuse, mais toutes transformations n'aboutissant pas à grand'chose. Il semblerait que la forme ordinaire et déjà ancienne soit le dernier mot de cet instrument.

On observe encore que les chanterelles (qui sont faites de boyaux d'agneau) sont meilleures en Italie que chez nous ; cela vient de ce que nous ne tuons pas l'agneau assez jeune. On dit aussi que certaines sources d'Italie, dans lesquelles on laisse macérer les boyaux, influent sur la qualité des cordes.

Enfin, le piano se montre avec une foule de perfectionnements dus à divers facteurs, entre lesquels nous distinguons surtout le nom de M. Pape.

En 1862, Londres ouvre ses portes de nouveau et fait un appel à toutes les nations. Dans cette grande exposition, on constate un fait important à l'endroit de la construction des pianos : les maisons de second ordre ont fait des progrès tels que celles de premier ordre s'en inquiètent et se mettent en mesure de conserver leur suprématie.

Pour les orgues, M. Cavailhé-Coll, dont la réputation est grande depuis longtemps, ne présente que les plans et dessins de son orgue splendide de Saint-Sulpice que tout le monde a pu entendre et admirer.

M. Debain expose des instruments excellents comme sonorité ; dans lesquels on remarque un *régulateur* pour obtenir une pression égale dans la chambre d'air, invention dont la première idée lui fut un peu contestée par je ne sais qui.

M. Alexandre expose une série d'harmoniums à tous les prix ; M. Martin (de Provins) un harmonium à *percussion*. M. Mustel obtient l'expression par une simple jalousie qui se meut sous l'influence de la soufflerie.

Quant aux instruments de cuivre, ce qu'il y a de plus sérieux c'est le perfectionnement du cylindre de rotation remplaçant le piston, dans le cornet, par

M. Gautrot. C'est encore lui qui imagine de faire les instruments qui se fabriquaient en bois, les flûtes par exemple, de deux tubes métalliques plus minces que le tube unique, afin de ne pas en augmenter le poids.

Les Allemands sont reconnaissables par la lourdeur traditionnelle des formes de leurs instruments. Quant aux facteurs anglais, ils achètent beaucoup au dehors la plupart des pièces détachées et plus difficiles à faire. On a pu reconnaître facilement, dit un rapport dont nous estimons la valeur, des instruments dont la forme et la sonorité rappelaient tout à fait les nôtres, mais leur origine disparaissait sous une brillante couche d'argent appliquée par ceux qui payaient ce tribut secret à la facture française.

En résumé, dans ce dernier concours comme dans les autres, a ressorti la supériorité générale de la France et l'excellence de notre fabrication courante.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

Les instruments de musique sont représentés par un chiffre d'environ 490 exposants venus de 32 pays différents.

Notre étude sera divisée, pour la plus grande clarté, d'après les principales familles d'instruments, et nous y appellerons les exposants des diverses nations à mesure que nous aurons surpris chez eux quelque chose de remarquable et digne d'être rapporté.

I. Orgues.

Les instruments que favorise le moins l'Exposition sont les orgues, sans contredit : d'abord à cause des frais énormes nécessités par leur construction et leur entretien qui demande des soins journaliers, ensuite à cause de l'emplacement peu favorable qui leur est généralement assigné.

Les instruments étrangers sont cependant beaucoup mieux situés que les nôtres et se carrent dans un large espace. Mais cela vient, sans doute, d'une politesse bien entendue de la Commission, et, jusqu'à un certain point, nous ne pouvons pas nous plaindre. Nous observerons néanmoins que, dans un pareil concours, l'impartialité et la justice exigeaient une égalité aussi parfaite que possible entre tous, et que nous n'avions pas le droit de nous placer nous-mêmes dans des conditions plus défavorables que celles faites par nous à nos hôtes.

Les orgues (de facteurs français) qui sont placées sur la grande galerie ont pour rivales les machines environnantes qui, par leur bruit étourdissant et continuel, empêchent d'entendre les organistes assez mal avisés pour jouer avant cinq heures du soir, c'est-à-dire au moment où les visiteurs commencent à évacuer le palais. Deux autres malheureux instruments sont exilés dans un petit chalet bâti dans le parc et qui est l'annexe des instruments de musique. Ils ont le pied dans un étage et, se faisant un passage à travers le plancher, ils portent tristement leur tête dans un grenier.

Il semble qu'on aurait dû s'y prendre différemment. Donner un avis maintenant est tout à fait superflu, mais messieurs les organisateurs pouvaient certainement, sans se torturer l'imagination, trouver un expédient meilleur pour placer ces instruments, autant que faire se pouvait, dans un même lieu et surtout dans des conditions d'acoustique à peu près égales, chose indispensable pour qu'un jury porte un jugement vrai et impartial.

Cela dit, j'aborde mon sujet :

Matériel de la construction de l'orgue. — Tout le monde a entendu jouer de l'orgue, mais il est très-peu de personnes qui sachent comment cet énorme instrument est construit.

Il y a deux choses principales à distinguer : la partie *résonnante*, c'est-à-dire les tuyaux, et la partie *mécanique* qui consiste dans la soufflerie, les sommiers, les registres et les claviers.

Les *tuyaux* se divisent en tuyaux *à bouche* et en tuyaux *à anche*. Dans les premiers, le son est produit par la colonne d'air qui vibre dans le tuyau; dans les autres, par les battements d'une lame vibrante.

Les tuyaux sont les uns de bois de sapin, les autres de métal. On emploie l'étain ou bien encore un alliage de plomb et d'étain qui reçoit le nom d'*étoffe*. On donne à ceux de bois la forme carrée; les autres sont cylindriques ou coniques.

Chaque jeu se compose d'une série de tuyaux affectant une forme différente que je ne détaillerai pas ici; qu'il suffise de savoir qu'elle varie suivant les jeux. Les tuyaux reçoivent le vent par une embouchure qui se trouve placée à l'extrémité de leur pied. Ils sont plantés dans des ouvertures pratiquées sur la face du *sommier* qui n'est autre chose qu'une planche d'une certaine grandeur formant la partie supérieure du réservoir à air. Ce réservoir reçoit le vent par une soufflerie qui est mise en mouvement par un homme spécial, le *souffleur*. La soufflerie toutefois est disposée de façon que le réservoir contienne toujours une certaine quantité d'air comprimé qui agisse régulièrement sur les tuyaux, en vertu de son élasticité, sans que le soufflet produise de saccades ni d'interruptions. Pour cela, le réservoir est muni d'une soupape intérieure qu'on appelle *régulateur*.

Les tuyaux se divisent encore en tuyaux *ouverts* et tuyaux *bouchés*. Le tuyau *bouché* a le timbre plus sourd que le tuyau ouvert et, de plus, à longueur égale, le *bouché* résonne à l'octave inférieure de l'*ouvert*. On appelle tuyau *ouvert* celui dont l'extrémité supérieure est libre, et tuyau *bouché* celui dont la même extrémité est fermée.

Un orgue contient une multitude de tuyaux qui se partagent en autant de séries qu'il y a de jeux distincts par leur tonalité, leur intensité et leur timbre. Ces jeux se divisent en deux grandes classes : les jeux à *bouche* et les jeux d'*anches*. Les premiers se subdivisent en jeux de *fond* et en jeux de *mutation*. Les jeux de *fond* sont composés : 1° de tuyaux ouverts qui sont les *flûtes* de 32 *pieds*, de 16 *pieds*, de 8 *pieds*, le *prestant* de 4 *pieds* et la *doublette* de 2 *pieds*; 2° de tuyaux bouchés qu'on appelle : *bourdon* de 32 *pieds* ou *flûte bouchée* de 16, *bourdon* de 16 *pieds* ou *flûte bouchée* de 8, *bourdon* de 8 *pieds* ou *flûte bouchée* de 4.

Souvent dans les grandes orgues, ces jeux sont doublés et même triplés afin d'augmenter à volonté la puissance de l'instrument.

Les jeux de *mutation* sont dits *simples* ou *composés*. Ils sont *simples* quand la note est rendue par un seul tuyau; *composés* quand elle est produite par l'assemblage de plusieurs tuyaux qui parlent en même temps et ne semblent former qu'un son. Je ne fais qu'indiquer leurs noms : (jeux simples) *gros nazard*, *nazard*, *grosse tierce*, *tierce*. (Jeux composés) *fourniture*, *cymbale*, *cornet*. Chacune des notes de la *fourniture* est composée de 4, 5 et même 6 et 7 tuyaux parlant à la fois, le premier donnant le son correspondant à la touche du clavier plus la quinte, puis l'octave, puis la quinte de cette octave et ainsi de suite. Il semblerait que de là dût résulter une cacophonie incroyable, et cependant ces jeux, ainsi disposés, produisent au contraire un effet saisissant qui n'a rien de désagréable pour l'oreille.

Les *jeux d'anches* comprennent : la *bombarde*, la *trompette*, le *clairon*; dans ces trois jeux le corps des tuyaux est conique : *cromorne*, *hautbois*, *basson*, *voix humaine*. Tous ces jeux sont à anches battantes, Les jeux à anches libres sont : le *cor anglais*, l'*euphone*, etc.

Les jeux de même famille sont fixés sur un même sommier; un orgue contient

par conséquent un certain nombre de sommiers, selon son importance. Il y a autant de claviers différents qu'il y a de sommiers ; on appelle *laye* le réservoir d'air qui est au-dessous du sommier. A chaque jeu correspond un *registre* dont la fonction est d'établir ou de suspendre la communication entre le vent et les tuyaux composant le jeu.

Les grandes orgues ont ordinairement 5 *claviers* dont un qu'on nomme *pédalier* qui se joue avec les pieds. Il y a, en outre, des pédales dont la fonction est de tirer à la fois plusieurs registres ou de les fermer avec le pied sans que l'exécutant soit obligé d'interrompre son jeu quand il veut en modifier les combinaisons. Les touches des claviers communiquent avec les soupapes qui garnissent l'embouchure des tuyaux par des leviers dont le système varie suivant la grandeur et la disposition de l'instrument. Ces leviers sont ordinairement en bois de sapin ; quelques facteurs cependant emploient le fer et le cuivre.

Nous terminerons ici cette description de l'orgue. Bien que très-incomplets, ces détails suffiront pour donner au lecteur une idée de la construction de ce vaste instrument qui atteint quelquefois, dans nos grandes églises, les proportions d'un édifice.

SECTION DE FRANCE. — L'orgue le plus considérable qu'on puisse voir à l'Exposition est celui de l'établissement Merklin-Schütze. Il se compose de 42 jeux répartis entre 3 claviers et un pédalier. Quinze pédales d'accouplement ou de combinaison viennent aider l'organiste dans l'exécution. Le jeu qui donne la note la plus grave est une *sous-basse* gigantesque de 32 *pieds* qui résonne au pédalier.

Ce qui contribue surtout à l'excellence des sons de cet instrument, c'est que le facteur y a réuni les meilleurs jeux de la facture des divers pays ; c'est donc un orgue essentiellement éclectique, si je puis m'exprimer de la sorte. C'est un mélange surtout de jeux allemands et français ; d'ailleurs la maison Merklin-Schütze ayant une succursale en Belgique, n'a fait que remplir ainsi les traditions de son double établissement. Les deux jeux qui ont été le plus appréciés sont le *cor anglais* à anches battantes et la *clarinette* à anches libres. Dans cet orgue, destiné à l'église de Saint-Epvre de Nancy, le facteur a cherché à éviter les complications inutiles et à rendre le mécanisme le plus simple possible, ce qui peut être regardé, sans contredit, comme un véritable perfectionnement ; car une chose importante dans la construction de l'orgue, c'est qu'il soit établi de telle sorte qu'il ne se dérange point souvent, qu'il soit facile de l'entretenir et surtout de l'accorder, cette dernière difficulté croissant avec la multiplicité des jeux.

Les matériaux employés dans la partie mécanique sont le cuivre et le fer qui offrent plus de solidité, tout en prenant moins de place que les mécanismes anciens presque entièrement construits en bois.

On sait que les jeux de l'orgue se divisent en plusieurs familles bien distinctes : les jeux à *bouche* ou jeux de *fonds*, les jeux de *mutation* et les jeux d'*anches*. Ce facteur fait observer assez judicieusement que ces diverses familles de jeux ont besoin, pour bien résonner, d'alimentations non seulement suffisantes, mais aussi indépendantes les unes des autres et à différentes pressions. Il a donc établi, pour les jeux de fonds, une pression de 10 centimètres ; pour les jeux d'anches et de mutation une pression de douze centimètres, et enfin, pour le fonctionnement des appareils pneumatiques, une pression de quatorze centimètres. Ces différentes pressions sont obtenues par un double système de pompes d'alimentation, par des réservoirs indépendants et par des soufflets régulateurs qui sont en relation avec les soufflets-réservoirs au moyen de soupapes régulatrices ; ce sont ces soufflets-réservoirs qui distribuent le vent entre les divers sommiers et

leurs jeux respectifs. Cette disposition de la soufflerie nécessite, on le comprend, l'établissement de plusieurs layes à chaque sommier. Quant au but de ce système, c'est de permettre aux différentes familles de jeux de résonner selon leur vrai caractère et dans toute leur puissance.

Une dernière observation qui regarde à la fois la soufflerie et le mécanisme. Quand tous les divers claviers sont réunis sur un seul par les accouplements, il en résulte une grande résistance au toucher. Cette résistance est vaincue ordinairement par une machine pneumatique dont l'action n'est pas toujours suffisante. Pour obvier à cet inconvénient, le facteur fait à chaque sommier à double laye l'application d'une série de soufflets pneumatiques ayant pour effet de rendre les mouvements du clavier aussi doux que précis, et les doigts de l'organiste trouvent ainsi le jeu presque aussi léger que celui du meilleur piano.

La maison Merklin-Schütze présente dans la section de Belgique un autre orgue dont nous ne parlerons pas. Sorti des mêmes mains il est établi dans des conditions semblables. Celui que nous venons d'analyser est le plus important des deux.

Sur la grande tribune, à côté de l'instrument dont nous venons de parler, MM. Stolz et fils ont élevé un orgue de 26 jeux répandus sur deux claviers et un pédalier. Dans cet instrument le mécanisme est parfaitement disposé ; il fonctionne très-bien et l'entretien en paraît facile. Les claviers sont d'une régularité et d'une douceur parfaites. Les jeux de fond sont d'une plénitude, d'une puissance et à la fois d'une suavité remarquables. Ce qui nous a le plus frappé, entre tous les jeux du *récit*, c'est le *cor anglais* qui produit des sons vraiment admirables ; il y a du reste plusieurs années déjà que la maison Stolz et fils est connue pour la perfection de ce dernier jeu.

La même tribune supporte encore deux orgues que nous nous contentons de mentionner, car nous avons constaté qu'ils étaient toujours fermés et leurs propriétaires toujours absents.

Dans le chalet annexe de l'Exposition, M. Ménard (Coutances-Manche) expose un instrument dans lequel il nous a fait voir un système de soufflerie qu'il a introduit depuis plusieurs années dans ses instruments. Dans le système ordinaire, le réservoir du soufflet est composé de deux plis, l'un saillant et l'autre rentrant, alimentés par une ou plusieurs pompes.

Or, par leurs oscillations, les pompes produisent des ondulations peu sensibles sans doute dans les grandes orgues, mais très-apparentes dans les réservoirs de petite dimension. L'habile facteur a imaginé de séparer le pli saillant du pli rentrant et d'en former un deuxième réservoir ; par là, la superficie du soufflet est double, et sa vitesse doit être diminuée de moitié. Les deux réservoirs superposés sont mis en communication par un porte-vent commun ; quatre petites tringles en bois tiennent à distance voulue les tables supérieures qui marchent simultanément par cette nouvelle disposition. Cet orgue contient 6 jeux, un clavier et un pédalier ; il est vraiment fâcheux qu'il soit étouffé dans un compartiment du chalet, car il est impossible de juger toute la valeur de ses sons excellents pour un instrument d'un si petit volume. Il est à vendre au prix incroyable de 4,000 francs ; le buffet tout entier est en très-beau chêne.

M. Ménard nous a encore montré, à côté de son orgue, un tuyau d'une nouvelle combinaison, ayant pour résultat de diminuer considérablement le nombre des tuyaux qui entrent dans le buffet d'un orgue, sans toutefois diminuer le nombre des *tuyaux parlants*. Un tuyau de flûte pourrait à lui seul représenter dix tuyaux d'octave en octave depuis le son le plus grave jusqu'au plus aigu des sons appréciables. Celui que nous avons vu est un *seize pieds* qui a toutes les

apparences d'un tuyau ordinaire, mais possédant huit bouches toutes sur la même face du tuyau et à des distances calculées pour obtenir chaque octave. La première bouche fait donc entendre l'*ut* 16 *pieds;* la deuxième, 8 *pieds;* la troisième, 4 *pieds;* la quatrième, 2 *pieds;* la cinquième, 12 *pouces* (ancien terme de l'art); la sixième, 6 *pouces;* la septième, le 3 *pouces* et la huitième le 18 *lignes*. Ce qu'il y a de remarquable dans ce tuyau au point de vue du résultat, c'est que chacun de ses sons comparé au son similaire d'un tuyau séparé est absolument le même, aussi puissant et aussi doux.

Ajoutons une réflexion : M. Ménard, désirant que son idée se propage et s'étende, en fait part à tous et n'a point voulu prendre de brevet d'invention. C'est généreux de sa part; mais, si quelqu'un en profite, que M. Ménard sache bien que ce sera en dénaturant son système et en essayant de le reproduire comme sien propre, peut être même en prenant un brevet.

On voit encore, dans le même chalet, un autre instrument qui nous a semblé très-curieux. C'est un orgue qui possède bien une vingtaine de jeux, mais chez lequel le mécanisme est tout à fait absent et remplacé par un système de tuyaux allant des touches à l'embouchure des tuyaux. Nous l'appellerons *orgue pneumatique*. Il contient deux souffleries : l'une pour faire parler les jeux, c'est la soufflerie ordinaire; l'autre qui est une espèce de machine pneumatique servant à faire le vide dans les *tuyaux de communication* qui remplacent le mécanisme. Ces tuyaux sont en nombre égal à celui des touches du clavier, et, sous l'influence de la machine pneumatique, font ouvrir les soupapes qui permettent à l'air du réservoir de faire résonner les *tuyaux parlants*. Il faut remarquer que cette absence totale de la partie mécanique diminue considérablement le volume du buffet. Il nous a été donné une seule fois, et comme par hazard, de toucher cet orgue qui fonctionne aussi bien qu'un autre, et nous regrettons vivement de ne pouvoir le décrire plus longuement et plus clairement, mais il est absolument laissé à l'abandon par son inventeur dont nous n'avons même pas le nom.

Pour terminer l'exposition française, nous n'avons plus que l'orgue de M. Cavailhé-Coll. Plus heureux que tous ses concurrents, il a trouvé place dans l'église du parc où il peut produire tout son effet. Il comprend 12 jeux divisés en 16 *pieds*, 8 *pieds* et 4 *pieds;* deux claviers et un pédalier qui fait parler tous les jeux. Cet orgue, malgré son peu de grandeur, est quelque chose de parfait et un spécimen de la meilleure facture de M. Cavailhé-Coll, que le jury a déclaré hors de concours.

Citons enfin, dans le chalet, deux orgues mécaniques : l'un de Gavioli qui expose aussi des orgues de Barbarie; l'autre de Kelsen (Paris), le meilleur que nous ayons entendu comme son et comme perfection de mesure.

SECTION D'ANGLETERRE. — L'Angleterre expose trois orgues. Le plus grand de ces instruments (de MM. Bryceson-Brothers) a le mérite d'occuper fort peu de place; il est construit sur une base étroite et son développement n'a lieu qu'après une hauteur de plusieurs mètres. Il contient 16 jeux répartis sur 3 claviers et un pédalier. Les jeux de *récit* nous ont paru très-bons, mais nous avons trouvé que les jeux de *fond* manquent de ce *plein* et de cette *rondeur* qui caractérisent nos orgues françaises. Les tuyaux de la montre sont bariolés de diverses couleurs, ce qui donne un aspect original à l'instrument : mais ici c'est affaire de goût, nous ne disputons pas. L'instrument est coté 20,250 francs: en France nous avons à ce prix là 25 jeux au lieu de 16; il est vrai que les frais de transport et la douane ont pu augmenter beaucoup le prix de fabrique. Nous avons remarqué avec satisfaction que le facteur anglais, plus intelligent en cela que plusieurs de ses confrères des autres pays, a placé son pédalier plus avant sous les claviers, de façon

que l'exécutant est assis plus à son aise. L'instrument est encore pourvu d'une foule de pédales représentant différentes combinaisons de jeux, ce qui est fort commode pour l'organiste et lui offre des ressources variées, tout en lui laissant la liberté pleine et entière de faire son choix comme il l'entend.

De chaque côté de cet instrument sont placés deux autres plus petits qui sont relativement moins chers, mais ne sont pas autrement remarquables.

SECTION D'AUTRICHE. — Nous avons essayé un orgue de 15 ou 16 jeux qui nous a paru très-doux ; il n'a qu'un clavier et un pédalier. La partie mécanique est simplifiée de façon à tenir fort peu de place.

GRAND-DUCHÉ DE BADE. — On voit, dans le grand-duché de Bade, d'énormes *orchestrions* ou orgues mécaniques dont les jeux sont composés de tuyaux de bois et de métal avec addition de triangle et grosse caisse. Ils ne sont guère remarquables que par leur grandeur, et c'est un meuble peu fait pour un salon. A cause des influences diverses de la température, ils se désaccordent facilement. Quoi qu'il en soit, les sons n'en sont pas agréables ; nous avons entendu jouer par l'un d'eux l'ouverture de la *Muette* : hélas ! exécution rendue d'une manière plus que médiocre, mesure irrégulière quoique soumise à un mouvement d'horlogerie ; certains jeux résonnant à contre-temps avec les autres. Il y en a un cependant qui est bien supérieur à l'autre, mais, à notre avis, ce ne sont que des orgues de Barbarie sur une grande échelle, et nous n'en exceptons pas ceux que nous avons signalés en France avec de meilleurs termes.

FÉLIX BOUDOIN.

XXX

MARINE.

(Classe 66.)

LE SAUVETAGE DES NAUFRAGÉS[1].

PAR M. **JULES DE CRISENOY**,
Ancien Officier de marine.

(Planches XLVI, XLVII, XLVIII, LIII, LIV et LV.)

Les engins de sauvetage proprement dits et les inventions ayant pour objet de diminuer d'une manière quelconque les sinistres de mer ou leurs conséquences sont en grand nombre à l'Exposition internationale de 1867, et jamais solennité de ce genre n'avait encore réuni des éléments aussi complets sur cette question. C'est là, assurément, une preuve consolante que l'industrie moderne, si rapides que soient ses progrès, n'étouffe pas chez les hommes les sentiments de commisération pour leurs semblables. C'est une preuve que notre génération n'est pas moins forte par le cœur que par l'esprit; car les inventions humanitaires sont filles du cœur plus encore que de l'intelligence. Elles exigent autant de travail et de persévérance que les autres; sans offrir, en cas de réussite, les mêmes compensations matérielles.

En considérant l'ensemble des objets consacrés au soulagement de la souffrance dans ce qu'elle a de plus saisissant, notre premier sentiment devait donc être un sentiment de sympathie pour les hommes dont nous rencontrions les noms. Les limites du cadre qui nous est tracé, le but d'utilité pratique que nous poursuivons, ne nous permettront pas de les nommer tous; mais tous ont droit à un tribut de reconnaissance, et nous avons voulu, avant d'entrer en matière, acquitter notre dette envers eux.

Nous commencerons cette étude par un aperçu historique des efforts tentés dans les différents pays maritimes pour secourir les naufragés, et par une notice sur les institutions créées dans ce but.

Passant ensuite aux appareils de sauvetage, nous examinerons successivement :

1° Les bateaux et radeaux de sauvetage;

2° Les appareils porte-amarres;

3° Les engins divers, tels que les systèmes pour mettre à la mer les embarcations par gros temps, les ceintures, bouées, etc.

Nous terminerons par un examen des publications concernant cette question.

1. Un article sur le même sujet, intitulé *Coup d'œil général sur les engins et bateaux de sauvetage à l'Exposition universelle*, par M. Eug. Lacroix, a paru dans la livraison d'août des *Annales du Génie civil*.

I

ORIGINE DES EFFORTS TENTÉS POUR VENIR AU SECOURS DES NAUFRAGÉS. INSTITUTIONS DE SAUVETAGE.

Grande-Bretagne. — Il faut remonter aux dernières années du siècle dernier, pour saisir le point de départ des efforts tentés en vue de secourir les naufragés. Le mouvement commença en Angleterre, non sans rencontrer tout d'abord une certaine incrédulité. On pensait généralement que les pertes énormes occasionnées par les naufrages étaient un tribut fatal imposé aux nations maritimes en échange de leurs richesses commerciales et de leur prospérité navale. Le naufrage de l'*Aventure*, survenu en 1789 sur la côte de Shields, produisit cependant une très-grande émotion. Des milliers de personnes rassemblées sur le rivage avaient vu périr tout un équipage sans pouvoir lui venir en aide. Un comité fut nommé pour aviser aux moyens de prévenir de pareils sinistres. Un constructeur nommé Greathead proposa un modèle de bateau de sauvetage qui fut adopté. En 1804, il existait déjà 31 bateaux construits d'après ce type et ayant sauvé 300 personnes. Ce n'étaient là pourtant que des tentatives isolées qui ne se propagèrent pas, et c'est seulement en 1824, à la suite d'un hiver marqué par des désastres sans nombre, que deux hommes de bien, sir William Hellary, habitant de l'île de Man, et M. Thomas Wilson, membre du Parlement, jetèrent les bases de la Société de sauvetage qui depuis a pris un si grand développement sous le nom de *R. N. Life-Boat Institution*. Il se produisit tout d'abord un grand enthousiasme pour la nouvelle institution. A côté d'elle, des associations locales se mirent également à l'œuvre. Les canots de sauvetage se multiplièrent sur les côtes. Mais alors ces embarcations étaient loin d'avoir atteint le degré de perfection qu'elles possèdent actuellement. Leur emploi occasionna des sinistres qui jetèrent le découragement dans les équipages. Les hommes qui avaient fondé les principales stations disparurent peu à peu sans que personne se présentât pour continuer leur œuvre. Mal entretenus faute de fonds et de surveillance, les life-boats ne rendirent plus de services, et la Société centrale, moins fortement constituée qu'elle ne l'est à présent, fut impuissante à conjurer le mal. En 1849, le sauvetage n'existait plus que nominalement sur les côtes de la Grande-Bretagne, lorsque arriva le fatal accident du life-boat de Shields, qui coûta la vie à 20 courageux marins et retentit douloureusement dans tous les cœurs.

Aussitôt le zèle se ranima. Le prince Albert et le duc de Northumberland entrèrent à la fois dans l'association, dont le comité entièrement renouvelé se mit sérieusement à l'œuvre. Par ses soins un concours fut ouvert en 1852 dans le but d'obtenir un type de life-boat capable de mettre plus sûrement les marins-sauveteurs à l'abri du danger ; et le modèle choisi parmi les 288 embarcations qui se présentèrent au concours n'a cessé d'être perfectionné depuis lors.

Aujourd'hui, grâce au zèle, au dévouement et à la persévérance de son secrétaire général, M. Richard Lewis, et de son inspecteur, M. Ward, capitaine de vaisseau de la marine anglaise, l'institution des *Life-Boats* a conquis en Angleterre une popularité que justifient les énormes services qu'elle rend chaque année. Elle entretient actuellement 174 bateaux de sauvetage. Depuis son origine, elle a concouru au sauvetage de 15,901 personnes, soit par ses embarcations, soit par les récompenses qu'elle a accordées. Elle a dépensé 4,200,000 francs.

Ses recettes augmentent chaque année. Celles de l'année dernière s'élèvent à 1,043,000 francs, non compris 95,000 francs de legs. La Société possède un capital en rentes de 1,1[illegible],500 francs.

En décernant à cette noble institution l'un des grands prix hors classe, le jury de l'Exposition a voulu récompenser non-seulement les services qu'elle a rendus en Angleterre, mais ceux qu'elle a rendus à l'humanité tout entière, en servant d'exemple et de modèle aux créations analogues qui se sont fondées depuis dans plusieurs pays.

Associations locales pour l'entretien de bateaux de sauvetage. — A côté de l'institution des *Life-boats*, il existe un certain nombre d'associations et de comités ayant conservé leur existence indépendante. Ils entretiennent des embarcations de sauvetage au nombre de 42, ce qui porte à 216 le total des life-boats actuellement en service sur les côtes du Royaume-Uni.

Board of trade. — L'organisation des moyens de sauvetage, en Angleterre, ne repose pas uniquement sur l'institution des *Life-Boats;* à côté d'elle le *Board of trade* (ministère du Commerce) a accepté, depuis 1857, la mission d'établir des porte-amarres avec le concours des gardes-côtes. Il a déjà consacré à cette installation près de 700,000 francs. En ajoutant à cette dépense les subventions accordées aux Sociétés de sauvetage et les récompenses, on ne doit pas évaluer à moins de 250,000 francs par an et de 1,500,900 francs en neuf années (de 1857 à 1856), les sommes affectées par le bureau de Commerce au service du sauvetage.

A la fin de 1856, il existait 249 porte-amarres, et 1817 ceintures de sauvetage repartis dans les postes du Royaume Uni. Dans l'espace de dix années, de 1855 à 1865, les porte-amarres ont sauvé 3501 personnes.

Brigades de sauveteurs volontaires. — Les postes de garde-côtes ne suffisant plus à la manœuvre des porte-amarres, dont le nombre s'est accru rapidement dans ces dernières années, grâce à la libéralité du *Board of trade*, il s'est formé à l'embouchure de la Tyne, vers la fin de 1864, une brigade de sauveteurs volontaires, dont l'organisation et l'esprit n'est pas sans analogie avec celle des Compagnies de Riflemen. Ces volontaires recrutés dans toutes les classes de la société, se réunissent sous le commandement des officiers gardes-côtes pour faire des exercices, et veillent pendant les nuits de tempête. L'exemple donné à Tyne-Mouth a trouvé, en 1866, de nombreux imitateurs; à la fin de cette année, on ne comptait pas moins de 71 brigades ou compagnies, comprenant ensemble plus de 1,600 sauveteurs.

France. — C'est à un Anglais, M. Larking, que revient l'honneur d'avoir provoqué en France la première tentative pour fonder une Société de sauvetage. Cette tentative eut lieu à Boulogne, en 1826. Des créations analogues furent faites plus tard à Calais et à Dunkerque; ces associations locales ont rendu des services et existent encore aujourd'hui. Toutefois, les faibles ressources mises à leur disposition ne leur ont pas permis d'étendre leur action, ni d'entretenir dans tous les temps un matériel et un personnel suffisants. En 1863, une Société analogue s'est formée à Marseille. Au Havre, la Chambre de commerce pourvoit aux besoins du sauvetage au moyen de ressources spéciales.

En 1835, il se fonda à Paris, sous l'impulsion de M. Castera et de l'amiral anglais Sydney Smith, deux Sociétés de sauvetage, dont l'une avait un caractère international. Mais cette dualité et les rivalités qui en furent la conséquence ne tardèrent pas à être fatales à toutes deux. Elles n'eurent qu'une courte existence, et nos côtes demeurèrent comme par le passé privées des moyens de secours.

Frappé des conséquences d'une telle situation, le ministre des travaux pu-

blics provoqua, en 1861, la formation d'une commission mixte, ayant pour mission de rechercher les mesures les plus propres à assurer sur le littoral un service complet de sauvetage. La création de la Société centrale de sauvetage des naufragés, contenue en germe dans une association ébauchée quelques années auparavant, peut être considérée comme le corollaire des travaux de cette commission et des mesures dont elle avait proposé l'adoption. Fondée au commencement de l'année 1865, sous la présidence de l'amiral Rigault de Genouilly, aujourd'hui ministre de la marine, elle a obtenu peu de temps après le haut patronage de l'Impératrice et un décret impérial constituant son existence civile.

Sa tâche comprend à la fois l'installation des deux espèces d'engins de sauvetage : canots et porte-amarres. Les stations de canots sont aujourd'hui au nombre de 37, dont 26 sont en service et les autres à divers degrés d'avancement.

33 postes de porte-amarres à grande portée seront prochainement en service.

Lorsqu'elle sera terminée, l'installation complète comprendra environ, sur les côtes de France, de l'Algérie et des colonies, 70 stations de canots et 150 á 200 porte-amarres à grande portée.

Nous avons prononcé les noms de l'Algérie et des colonies : c'est qu'en effet la Société centrale n'imitant pas en cela la Société des *Life-Boats*, dont les secours sont limités aux côtes du Royaume-Uni, étend son action à tous les points du sol français, dans toutes les parties du monde; l'Algérie et les îles Saint-Pierre et Miquelon ont déjà reçu des témoignages de la sollicitude de la Société de sauvetage.

Pendant sa courte existence, cette institution est intervenue déjà soit par ses canots, soit par ses récompenses dans le sauvetage de 143 personnes. Elle s'attache égalment à propager parmi les populations maritimes et à bord des navires les engins propres à préserver la vie des marins et navigateurs, et spécialement à répandre l'emploi de la ceinture de sauvetage. Ses efforts, à cet égard, n'ont pas été infructueux.

Les ressources de toute nature, recueillies par l'œuvre, se sont élevées jusqu'ici à 686,000 francs; sur cette somme les dépenses ont absorbé 634,000 francs. Il ne lui reste donc plus que 52,000 francs disponibles. Mais dans le chiffre des recettes figurent pour 55 à 60,000 francs de ressources annuelles assurées; d'autre part, les résultats obtenus auront inévitablement pour effet de stimuler la bienfaisance publique, qui, il faut l'espérer, ne fera pas défaut à une œuvre si digne de sympathie.

Des Sociétés locales se sont formées, sous son patronage, à Cherbourg, à à Saint-Malo, à Dieppe et à Bone. Récemment, les Sociétés humaines de Marseille et de Calais se sont rattachées à elles, tout en gardant leur existence propre.

Le jury de l'Exposition a décerné une médaille d'or à la Société centrale de sauvetage des naufragés.

Allemagne. — La Société allemande pour le sauvetage des naufragés est contemporaine de l'institution française, et n'a pas déployé moins d'activité que celle-ci dans l'organisation de ses stations de secours. Fondée sous la présidence de M. Meier, par la réunion de quelques Sociétés humaines établies depuis 1861 à Emden, à Hambourg, à Brême, à Lubeck, à Rostock, à Elberfeld et à Dantzick, l'institution embrasse aujourd'hui toute l'Allemagne du Nord. Il ressort du compte rendu présenté à la dernière assemblée générale qu'en 1866 les recettes se sont élevées à 135,000 francs, comprenant des cotisations

annuelles pour une somme de 61,000 francs, versées par 12,700 membres. A la fin de l'année 1867, l'association possédera 28 stations de sauvetage, dont 11 à la fois pourvues de canots et de porte-amarres. Dans la première année de son existence, ses engins ont opéré 14 sauvetages et recueilli 160 personnes.

Hollande. — La Société de sauvetage de Hollande, fondée en 1824, a été réorganisée en 1864, sur de nouvelles bases, à l'instar de la Société anglaise des *Life-Boats*. Des appels ont été adressés à la bienfaisance publique, afin de renouveler et d'augmenter le matériel. Dans les stations on a formé des comités et des équipages. Des exercices réguliers ont été prescrits, et des indemnités accordées aux marins. Le comité d'administration s'est occupé, en un mot, de mettre de l'ordre dans toutes les parties du service. Les rapports de 1864, 1865 et 1866 constatent les excellents résultats obtenus par cette réforme.

Vingt stations sont réparties actuellement sur les côtes de la Hollande. Toutes sont pourvues de canots de sauvetage, dix seulement possèdent des appareils à fusées.

Les dépenses de la Société se sont élevées à 33,000 francs en 1864, à 22,000 francs en 1865, et à 27,000 francs en 1866.

Depuis l'origine de la Société hollandaise, en 1824, 1,758 naufragés ont dû la vie à ses appareils; dans ce chiffre figurent 39 personnes sauvées en 1865, et 47 en 1866.

Danemark. — Le Danemark est le seul pays où le service du sauvetage soit placé complétement dans les attributions du gouvernement et à la charge du budget de l'État. L'organisation fut commencée en 1850, grâce à l'initiative et aux efforts persévérants de M. Claudi, inspecteur des côtes. Pendant douze ans, cet homme dévoué étudia la question; il fit à ses frais plusieurs voyages en Angleterre, et finit par faire prévaloir ses idées et ses plans d'organisation. Il existe maintenant, sur les côtes du Jutland et de Bornholm, 35 stations de sauvetage, dont 21 pourvues de bateaux et de porte-amarres; 12, de porte-amarres seulement; 2, de bateaux seulement. Sur ces 35 stations, 30 sont situées sur les côtes Nord et Ouest du Jutland, depuis Skagen jusqu'à Fano. Les côtes de l'île Bornholm en possèdent cinq.

De 1852 à 1864, c'est-à-dire dans l'espace de douze ans, 1,272 personnes ont dû la vie aux engins de sauvetage. Sur ce nombre, 752 ont été sauvées par les porte-amarres et 503 par les bateaux.

II

BATEAUX DE SAUVETAGE.

Il résulte des renseignements publiés par M. de la Landelle, dans un récent ouvrage intitulé *Tableau de la mer, naufrages et sauvetages*, que l'honneur d'avoir inventé le premier canot de sauvetage appartient au chevalier de Launay-Razilly, chef d'escadre, qui expérimenta, le 24 juin 1610, une nacelle insubmersible sur le bassin des Tuileries. Un essai du même genre fut renouvelé à la fin du règne de Louis XV, par M. de Bernières, contrôleur général des ponts-et-chaussées. Toutefois ces tentatives sont demeurées isolées, et c'est à l'Angleterre, il faut bien le reconnaître, que revient le mérite d'avoir la première poursuivi l'application pratique de ces appareils.

Bateau Greathead.

En faisant l'historique des efforts tentés dans ce but de l'autre côté du détroit, nous avons mentionné le bateau Greathead, considéré en Angleterre comme le père des bateaux de sauvetage. La Société des *Life-Boats* en a exposé un modèle intéressant à étudier.

La quille est courbe (Greathead attachait une grande importance à cette courbure qui rend le canot très-maniable dans les brisants); l'avant et l'arrière, semblables, sont très-relevés; le plat-bord a une forte tonture. Les dimensions sont : longueur de tête en tête, 30 pieds; longueur de la quille, 20 pieds; largeur au centre, 10 pieds. Le canot arme dix avirons à couples. A l'intérieur, une garniture en liége de 12 pouces d'épaisseur est appliquée de l'avant à l'arrière sur la muraille, entre les bancs et le pont; à l'extérieur, un fort bourrelet en liége s'étend sur une longueur de 21 pieds.

Le pont intérieur court de bout en bout à 11 pouces au-dessus de la face supérieure de la quille; à l'avant et à l'arrière se trouvent des boîtes à air; une autre boîte à air occupe le milieu dans toute la longueur, en dessous des bancs; dans la maîtresse partie, le pont est remplacé par des caillebottis.

Le canot Greathead ne se vide pas et ne se redresse pas de lui-même ; on ne s'est occupé de ces propriétés que beaucoup plus tard, après que sir Williams Hellary et sir Thomas Wilson eurent jeté, en 1822, les bases de la Société des *Life-Boats*.

En 1862, il existait encore en Angleterre dix-huit canots de ce modèle appartenant à des corporations ou associations locales des côtes Nord-Est, principalement à Shields, Sunderland et Harthepool. La plus ancienne de ces embarcations datait alors de 1802; elle stationnait à Redcar et était devenue la propriété du *Life-Boat Institution*. Comme elle n'avait jamais occasionné d'accident, les marins de la localité y avaient grande confiance et ne l'auraient échangée à aucun prix contre les bateaux modernes perfectionnés. Malheureusement il n'en a pas été partout ainsi; malgré leur grande stabilité, plusieurs bateaux de ce type ont chaviré et ces accidents ont coûté la vie à un certain nombre d'hommes.

Bateaux de la Société des Life-Boats et de la Société centrale de sauvetage des naufragés.

Le type des embarcations de ce genre le plus généralement employé est celui connu sous le nom du *Royal National Life-boat Institution;* il est représenté dans l'exposition de cette Société par un canot de 11 mètres de long et par un petit modèle de canot de 10 mètres. La Société centrale française a adopté ce dernier pour ses stations et en a exposé un spécimen en vraie grandeur. Conçu en 1850 par M. James Beeching, ce type a reçu depuis de nombreux perfectionnements. Il est exécuté en Angleterre par MM. Forrest et Son; en France, par M. Augustin Normand, constructeur au Havre, et par la Société nouvelle des Forges et chantiers de la Méditerranée à la Seyne.

Nous donnerons la description du canot français et de ses accessoires auxquels il n'a été apporté que quelques modifications de détails. Les planches XLVI et XLVII en reproduisent les principaux éléments.

Cette embarcation est pointue aux deux extrémités, un peu plus fine de l'arrière que de l'avant, et sans différence de tirant d'eau; l'arrière et l'avant, fortement relevés, sont protégés par des tambours en dos d'âne formant deux caisses à air.

Les données principales sont :

Longueur de tête en tête	9m.78	
Largeur hors bordée au fort	2m.24	
Tonture du plat-bord	0m.70	
Poids total du canot		2140 kilogr.
Poids des objets d'armement		420
Poids total		2560
Tirant d'eau, avec les objets d'armement et douze hommes d'équipage	0m.45	
Avec une charge supplémentaire de 975 kilogr., représentant quinze hommes	0m.52	

La quille est doublée d'une fausse quille en fer forgé pesant environ 300 kilogrammes. La coque se compose de deux couches en bois d'acajou superposées et croisées à 45° (fig. 7, pl. XLVII); elles ont ensemble une épaisseur de 16 millimètres et sont séparées par une toile imprégnée de glu marine ou de peinture. Il n'existe pas de membrure intérieure comme dans les constructions ordinaires, mais seulement des varangues au nombre de onze. Les deux couches formant la coque sont reliées par un chevillage en cuivre. La largeur moyenne des bordages est de 15 centimètres. Les coutures qui les séparent ne sont pas calfatées, il suffit de les garnir de coton retenu par un léger masticage et par la peinture. Le pont, fortement tonturé, court de bout en bout ; il est percé de trois écoutilles destinées à aérer la cale et fermées hermétiquement par des panneaux. Le panneau du milieu est traversé par le corps d'une pompe à main ; à l'extérieur, un liston en chêne rélié à un faux plat-bord intérieur sert de point d'attache aux guirlandes en corde qui entourent le canot. Sous la coque, deux ventrières correspondant à deux fortes carlingues intérieures supportent le canot lorsqu'il est sur son chariot.

Vingt-huit caisses à air, dont quatorze sous le pont, douze sur le pont en abord et deux tambours à l'avant et à l'arrière assurent l'insubmersibilité de l'embarcation, lors même qu'une avarie dans la coque permettrait à l'eau de s'y introduire.

Les tambours des extrémités sont recouverts d'une toile imprégnée de glu marine, et, par-dessus, de plaques de liége que l'on imbibe ensuite d'huile de lin bouillie. Les autres caisses en bois et couvertes en toile s'adaptent aux formes de l'embarcation, suivant la place qu'elles occupent.

L'écoulement de l'eau embarquée s'opère par six puits verticaux à soupapes automotrices, disposés au centre du pont et venant aboutir en dessous de la coque. Le pont se trouvant à dix centimètres au-dessus du niveau de la mer, l'eau s'écoule par son propre poids dans l'espace de vingt-deux secondes.

La troisième propriété de cette embarcation consiste à se redresser d'elle-même lorsqu'elle est chavirée la quille en l'air.

Il est impossible de construire un canot complétement inchavirable. Lorsqu'il s'agit, par tous les temps, d'affronter des brisants, de traverser des barres et d'accoster des navires en détresse, le coup d'œil du patron le plus habile peut se trouver en défaut pour parer une lame, les forces de l'équipage peuvent le trahir au moment où il cherche à écarter des flancs du bâtiment l'embarcation que la mer précipite dessus.

Si, en pareil cas, le canot chaviré ne peut se relever de lui-même, l'équipage naufragé perd tout espoir de salut; les sauveteurs eux-mêmes, bien que soutenus par leurs ceintures, sont très-exposés, pour peu que le lieu du si-

nistre soit éloigné du rivage. L'opinion est à peu près unanime pour considérer la propriété du redressement spontané comme indispensable à un canot de sauvetage. Cette propriété est obtenue au moyen de la fausse quille en fer et des coffres à air de l'avant et de l'arrière. On pourrait croire à première vue que ces coffres sont, par mauvais temps, un obstacle à la marche de l'embarcation; mais, en réalité, il n'en est rien, car, s'ils n'existaient pas, les hommes qu'ils abritent offriraient la même surface au vent.

Lorsque le canot est chaviré, il porte sur les deux coffres, dont la forme en dos d'âne, rappelant celle d'une barrique, est déjà une cause d'instabilité. Dans cette situation, le centre de gravité est, en outre, très-élevé au-dessus du plan de flottaison de tout le système : le canot se trouve donc en équilibre instable, comme la boule du bilboquet placée sur un manche à surface convexe. Si aucune force n'intervient, si aucun mouvement ne se produit, le canot pourrait peut-être rester un instant dans cette position; mais, dès qu'une cause extérieure le dérange moindrement, ce qui ne saurait manquer d'arriver même par belle mer, l'équilibre est détruit, l'embarcation se retourne vivement et reprend son assiette normale.

Les accessoires du canot de sauvetage ont autant d'importance que le canot lui-même : en les examinant, le marin reçonnaît que leur ensemble si complet ne peut être que l'œuvre du temps et d'une expérience constante à la mer; on trouvera plus loin la liste complète des objets d'armement. Quelques-uns d'entre eux méritent d'être signalés d'une manière toute particulière.

Nous citerons entre autres :

Les ferrures du gouvernail, disposées de manière à ce que le patron puisse le soulever, sans le démonter, au moment du lancement;

Des anneaux et des flotteurs en liége, retenus par des aiguillettes à une ceinture intérieure. Les anneaux ont un double objet : les nageurs les passent dans leurs bras, afin de ne pas être entraînés loin du canot si celui-ci vient à chavirer ou si une lame les enlève. Ils peuvent, en outre, s'en servir pour remplacer les crochets de nage brisés. Les flotteurs sont jetés à la traîne autour du canot;

Un compas à liquide, muni d'un fanal et placé dans un petit habitacle, à portée du patron;

Un bâton plombé attaché à une ligne; engin précieux pour établir une communication : un homme exercé peut l'envoyer à une distance d'au moins 50 mètres;

Un cartahu avec une poulie pour établir un va-et-vient;

Des hachots;

Un fanal à verres blanc, rouge et vert, dans un seau;

Trois grappins;

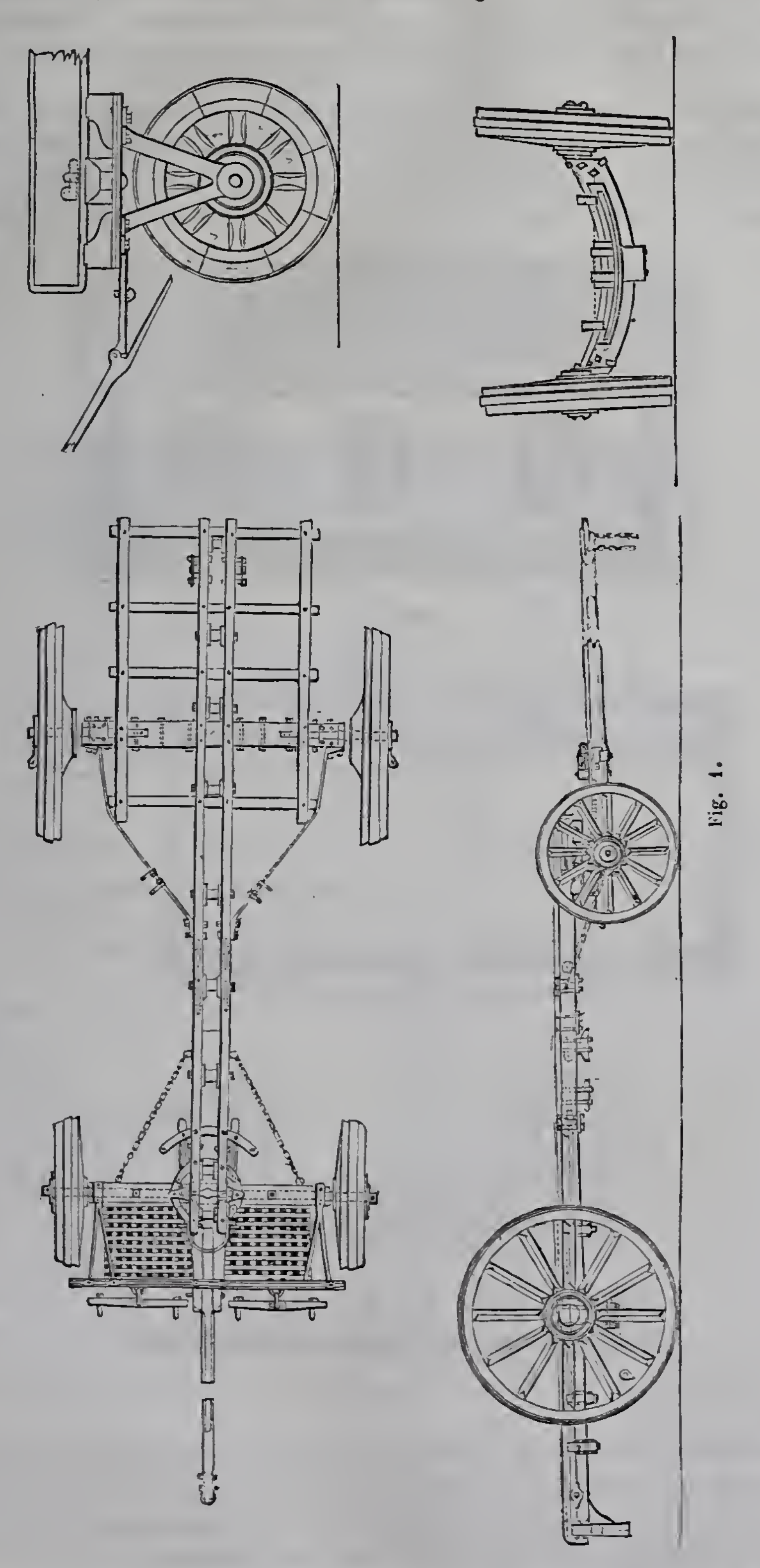
Une ancre flottante pour maintenir l'embarcation lorsqu'elle fait vent arrière. (Nous reviendrons plus tard sur cet appareil.)

16 ceintures de sauvetage (même observation).

La meilleure embarcation de sauvetage dépourvue de ces objets est à nos yeux incomplète et peut se trouver paralysée dans maintes circonstances.

Chariot. — La qualité essentielle du canot de sauvetage consiste dans la sécurité qu'il donne aux marins de son équipage et aux naufragés recueillis par lui. Mais il importe également que ce précieux engin soit constamment tenu en état de prendre la mer au premier signal d'alarme, qu'on puisse le transporter rapidement à proximité du navire en détresse et le lancer sur toutes les plages,

par tous les temps. Tel est l'objet multiple du chariot, complément le plus souvent indispensable de tout canot de sauvetage.


Fig. 1.

Le dessin que nous donnons du chariot nous dispense de toute autre description. Le type en a été créé par la Société anglaise des *Life-Boats*, mais la

Société centrale française lui a fait subir d'assez notables modifications en ce qui concerne l'avant-train. Les brancards ont été tout d'abord remplacés par un timon, et depuis quelques mois on a substitué avec succès à l'avant-train à deux roues, un avant-train à une seule roue et beaucoup plus léger.

Maison-abri. — Les canots de sauvetage doivent être, leur mode de construction l'exige, préservés avec soin, soit d'une humidité prolongée, soit d'une trop grande sécheresse. Les voiles, les cordages, les objets d'armement réclament des précautions analogues. Aussi, dans toutes les stations de sauvetage, des maisons-



Fig. 2.

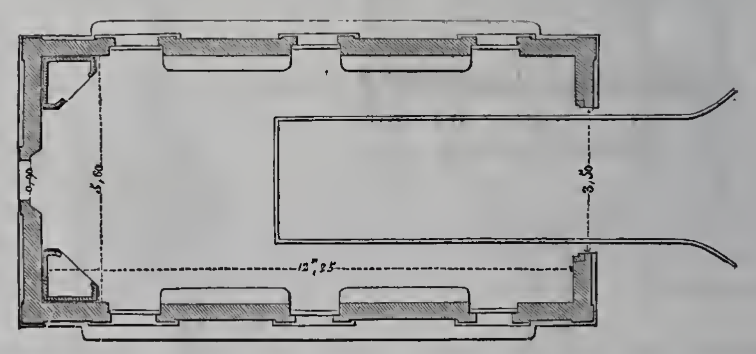


Fig. 3.

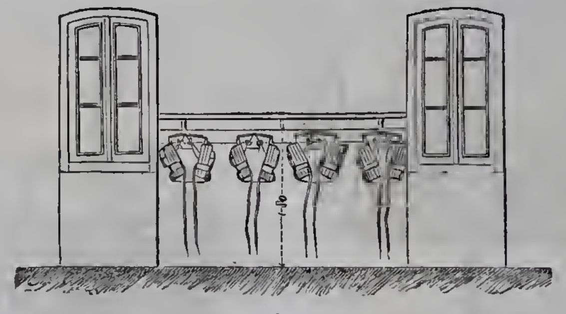


Fig. 4.

abris sont-elles construites sur le rivage, en vue de renfermer le canot et les accessoires qui en dépendent; le matériel toujours disposé et bien entretenu se trouve, de la sorte, aussi à portée que possible de l'endroit de la côte le plus favorable au lancement de l'embarcation par tous les temps.

La construction renfermant l'Exposition de la Société centrale française, rappelle, autant qu'il a été possible de le faire, l'aspect et les dispositions in-

térieures de ces abris, dont les dessins ci-joints offrent d'ailleurs une idée assez complète.

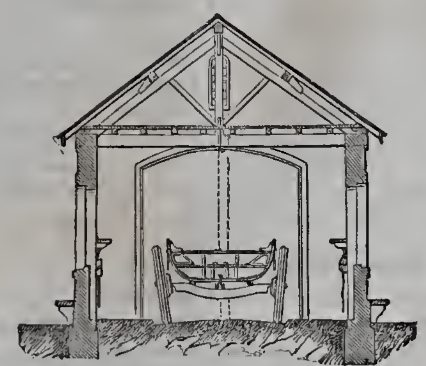


Fig. 5.

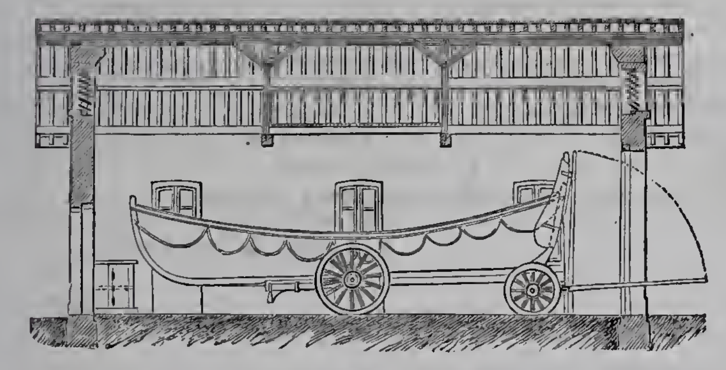


Fig. 6.

Nous terminerons cet exposé par l'inventaire complet du matériel d'une station française de canots de sauvetage.

Inventaire du matériel d'une station des canots de sauvetage.

CANOT.	
Canot de 9m.78	1
Gouvernail	1
Barre droite	1
Barre à tireveilles	1
Pompe en cuivre pour la cale	1
Filière intérieure en filin blanc	1
Filière extérieure tannée	1
Tollets en fer pour avirons de queue	5
Tollets à crochets	13
Boîte en bois pour boussole	1
Boîte à ustensiles	1
Défenses en bois	4
Bitte mobile en bois	1
Panneaux de cale de 0,30	3
Colliers de mât en fer zingué	2
Avirons en sap de 3,90	15
Avirons de queue de 5,30	2
Mâts d'embarcation gréés	2
Vergues	2
Gaffes emmanchées	2
Etui en fourrure	1
Taud en toile huilée	1
Traverses en sap pour écartement	2
Erseaux recouverts en cuir	10
Misaine	1
Foc	1
Taillevent	1
Flotteurs en liége	10
Compas	1
Canne plombée et sa ligne	1
Plomb de sonde et sa ligne	1
Poulie simple à fouet	1
Hachots	3
Seau en bois pour fanal	1
Fanal en fer-blanc	1
Porte-voix	1
Grappins à quatre branches	3
Vérin	1
Barre de vérin	1
Clefs en cuivre pour nables et caisses à air	1
Seau en bois	1
Baril plat	1
Ancre de 26 kil	1
Grappin de 7 kil	1
Couettes en bois à rouleaux en fonte	3
Id. avec plaque tournante	1
Traverse en bois pour rouleau	1
Ancre flottante en toile tannée	1

Cordes de lancement à cosses ($70^{m}/_{m}$ et 41^{m})		2
Amures de voiles		2
Amure de foc avec margouillet garni en fer		1
Palan simple pour écoute de misaine		1
Palan à trois poulies pour écoute de taillevent		1
Cartahus de sauvetage (45 et 110^{m})		1
Poulies coupées à pantoires		2
Cartahu à long croc (70 et 34^{m})		1
Traversière du cablot		1
Cartahus de halage du chariot (80 et 28^{m})		2
Sauvegarde du gouvernail		1
Cablot goudronné (80 et 82^{m})		1
Cartahus tannés		2
Bouée de sauvetage		1
Bosse longue pour l'avant du canot		1
Bosses courtes pour l'arrière		2
Ceintures de sauvetage		16

BOÎTE A OUTILS.

Boîte en bois à compartiments		1
Cadenas en cuivre		1
Plomb laminé	gr.	2500
Toile à prélart	mèt.	1.20
Marteaux		2
Ciseaux à bois		3
Ciseau à froid		1
Lime		1
Scie égoïne		1
Tournevis		1
Epissoir en fer		1
Goupilles fendues en fer		7
Tenaille		1
Poinçons de voilier		3
Vrilles emmanchées		3
Bidon en fer-blanc		1
Huile d'olive	gr.	30
Boîte en zinc		1
Graisse	gr.	300
Mèches	gr.	70
Clous en cuivre	gr.	150
Clous en fer	gr.	150
Crampes en fer	gr.	200
Vis en fer	gr.	100

CHARIOT.

Chemin de quille à rouleaux et ber	1
Avant-train	1
Roues	4
Timon	1
Palonniers	3
Harnais	2
Boîte à harnais	1
Clef anglaise	1
Chaînes de bout d'essieu	2

Bateaux Lahure et Moué.

Deux autres bateaux de sauvetage, à redressement spontané, sont amarrés dans le port à flot de l'Exposition, en amont du pont d'Iéna.

Ces embarcations sont toutes deux dignes d'attention.

La première (fig. 1 à 4, pl. XLVIII), construite par M. Lahure, du Havre, est entièrement en tôle d'acier. Elle frappe par son aspect de légèreté et le peu d'élévation de ses tambours avant et arrière, la finesse de ses extrémités et les lignes verticales qui dessinent l'étrave et l'étambot. Les dimensions principales sont : longueur, 10 mètres; largeur, 2 mètres; creux, 1 mètre; tirant d'eau avec l'équipage, $0^{m},45$; le tracé du maître couple présente de chaque côté de la quille deux lignes droites, faisant avec l'horizontale un angle d'environ 20 degrés; un peu au-dessous de la flottaison, ces lignes se relèvent verticalement jusqu'au plat bord, qui a une faible tonture. Le pont est en tôle, fermé par des plaques autoclaves; la cale divisée en compartiments par des cloisons verticales, et les deux tambours extrêmes sont étanches et assurent l'insubmersibilité. Il n'existe pas de puits de décharge comme dans la plupart des bateaux de sauvetage; l'évacuation de l'eau s'effectuant par des dalots disposés de chaque côté sur deux rangs; des panneaux à contre-poids ferment ces dalots, de manière à laisser écouler l'eau de l'intérieur sans permettre l'introduction de l'eau extérieure; la quille (fig. 4), formée de feuilles de tôle assemblées par des rivets, est remplie de goudron et sert de lest.

Sur le pont, à toucher les murailles intérieures, se trouvent des caisses à air très-larges, dont la partie supérieure inclinée vient affleurer les dalots de la rangée supérieure. Au moyen de cette disposition, toute l'eau embarquée s'écoule lors même que l'embarcation se trouve à la voile, au plus près et couchée sur un côté. Jusqu'ici les embarcations de M. Lahure armaient seulement huit avirons en pointe, et les bancs étaient disposés obliquement, de manière à

pouvoir être rapprochés sans occasionner de gêne aux nageurs. L'inventeur vient de modifier cet armement qui se composera désormais de douze avirons à couple.

A côté de ce canot, s'en trouve un second appartenant également à un constructeur du Havre, M. Moué. Il est en bois et possède, comme les précédents, les trois qualités essentielles de tout bateau de sauvetage : insubmersibilité, évacuation et redressement spontanés. En dessous du pont, 28 flotteurs en zinc sont rangés d'un bout à l'autre de chaque côté de la carlingue. La force de redressement, plus énergique dans cette embarcation que dans toute autre, est principalement obtenue par un procédé propre à cet inventeur. Au-dessus du pont, un seul des côtés de l'embarcation est muni d'un caisson à air, s'étendant entre les deux tambours. Il en résulte que l'embarcation chavirée la quille en l'air ne se trouve pas en équilibre et se redresse très-vivement. Cette disposition complétée par une quille en fer de 800 kilos et par une caisse intérieure renfermant 500 litres d'eau, rend inutiles les tambours élevés que l'on remarque aux extrémités des canots du type anglais.

Cette idée du caisson à air d'un seul bord ne nous paraît pas avoir dit son dernier mot. Elle pourrait peut-être aider à la solution du problème des canots de sauvetage à fond plat qui rendraient de grands services sur certaines côtes.

Grand bateau de sauvetage à voiles de la Société des Life-Boats.

La Société des *Life-Boats* attache avec raison une très-grande importance au redressement spontané, elle n'emploie pas cependant exclusivement les bateaux possédant cette propriété. Dans les parages des comtés de Norfolk et de Suffolk, les naufrages se produisent sur des bancs situés à une très-grande distance de la terre, et qu'il serait impossible d'atteindre sans le secours d'excellents voiliers. Le petit modèle représentant le *Brave Robert Sedden*, de la station Great Yarmouth, offre un type de ces bateaux d'autant plus curieux à étudier qu'il diffère entièrement du *Self Righting life-boat* de l'Institution royale.

Il a 14 mètres de long sur 4 mètres de large. L'étrave et l'étambot sont presque verticaux, le plat-bord n'a qu'une faible tonture, l'avant et l'arrière ne portent pas de tambours. Dans de telles conditions, le bateau ne saurait se redresser une fois chaviré, mais, en revanche, il possède une stabilité et un poids tels qu'il peut être considéré comme presque inchavirable, même dans les plus forts brisants. Ces conditions sont obtenues par les moyens suivants :

1° Une largeur égale à peu près au tiers de la longueur ;

2° Une fausse quille en fer pesant 500 kilos ;

3° Un énorme bourrelet extérieur en liége qui entoure l'embarcation ;

4° Sept tonneaux d'eau de mer servant de lest. Cette eau n'est pas, comme cela a lieu habituellement, renfermée dans une caisse fermée. Elle occupe le milieu du bateau dans toute sa longueur comprise entre les cloisons avant et arrière. Cette capacité est mise en communication avec la mer au moyen de quatre ouvertures munies de soupapes que l'on ouvre à la main dès que l'on prend la mer et qui restent ensuite ouvertes. Toute la partie du bateau qui n'est pas occupée par l'eau est munie de caisses à air.

Les emplantures des mâts, au nombre de deux, sont placées à toucher les cloisons avant et arrière afin de ne pas gêner le jeu des avirons. Des caillebotis forment le plancher au-dessus de la capacité à eau. De chaque bord, des filières maintenues par des chandeliers en fer s'étendent de l'avant à l'arrière pour empêcher les hommes d'être jetés en dehors par les coups de roulis ou enlevés par les lames.

La Société des *Life-Boats* possède cinq stations pourvues de ces bateaux qu'elle considère comme excellents et très-sûrs, à la condition d'être manœuvrés par des marins habiles. Elle recommande de ne les employer que sous cette réserve dans des parages où les life-boats à redressement ne pourraient accomplir leur mission.

Bateaux de la Société allemande de sauvetage.

L'exposition de la Société de sauvetage allemande comprend trois espèces de bateaux, tous à redressement spontané. Nous en décrirons seulement deux : le troisième, celui de M. Konitsky, encore à l'état de projet, ne nous paraissant pas susceptible de donner de bons résultats.

Le premier, construit par M. Devrient, de Dantzig, figure en vraie grandeur dans le port à flot (fig. 5, 6 et 7, pl. XLVIII).

Les dimensions principales sont :

Longueur	10^{m}.00
Largeur hors bordé	2 .66
Creux ou maître-couple.	1 .10
Tirant d'eau.	0 .70

Il affecte les mêmes formes et les mêmes dispositions que le canot anglais dont il diffère par les points suivants :

Il est construit en bordages longitudinaux et non en acajou croisé.

Il n'a pas de quille en fer, mais le milieu de la cale est occupé sur une longueur de 5 mètres par une caisse remplie d'eau (*a*) destinée à servir de lest. Cette caisse est traversée par six puits de décharge (*b*) munis de soupapes automotrices. La caisse à eau contient 575 litres : elle se remplit et se vide au moyen d'une soupape communiquant avec la mer et d'une pompe à main.

L'embarcation n'a pas de voilure.

M. Devrient n'en a construit encore que deux sur ce modèle. La première appartient à la station d'Hela, près de Pillau, à l'entrée du golfe de Dantzig, dans la mer du Nord. La seconde est celle qui figure à l'Exposition universelle.

Les expériences faites récemment à Brême sur ce bateau en présence d'une commission, ont été satisfaisantes. Le canot a opposé une très-grande résistance au chavirement et s'est redressé rapidement, il s'est vidé ensuite en 44 secondes. Sa stabilité paraît un peu supérieure à celle des canots anglais, mais ces derniers se vident en moitié moins de temps, 20 à 22 secondes, et n'ont que 45 centimètres de tirant d'eau, soit 25 centimètres de moins que le canot Devrient. Bien que dans les expériences de Brême on n'ait pas déterminé le poids de l'embarcation, son mode de construction nous fait supposer qu'il est notablement plus lourd que les canots anglais.

Le second bateau exposé par la Société allemande et dont les plans sont dus également à M. Devrient, est représenté seulement par un demi-modèle. Il n'a pas encore été exécuté en vraie grandeur, aussi n'en aurions-nous pas parlé s'il n'offrait une innovation qui mérite d'être signalée. Les côtes allemandes, surtout celles de la mer du Nord, sont bordées d'îles et de bancs s'étendant à une grande distance au large. Le bateau imaginé par M. Devrient serait destiné à secourir les navires naufragés sur ces îles et sur ces bancs. Il aurait 12 mètres et demi de long sur 3 mètres et demi de large, une mâture de côtre, et serait pourvu d'une sorte de cabane analogue à celle des gondoles vénitiennes. Cette cabane garnie de lits servirait d'abri aux naufragés. L'inventeur n'a oublié dans son projet aucune des dispositions de nature à assurer l'insubmersibilité,

l'évacuation de l'eau embarquée et le redressement. Dix tonneaux de lest moitié liquide, moitié en fer, donneraient une grande stabilité au bateau.

Bateau-radeau de sauvetage tubulaire de Richardson.

Il ne s'agit pas ici de radeau de sauvetage destiné à être embarqué sur un navire, mais de radeau construit de manière à faire l'office de life-boat dans des stations à terre. Ce radeau a en effet sur le bateau deux grands avantages pour certaines côtes, il cale moins d'eau et possède une stabilité presque indéfinie.

Les cylindres creux supportant une plate-forme s'offrent naturellement comme le moyen le plus simple de construire des radeaux, et ce système n'a rien de nouveau. On le retrouve appliqué chez les naturels de l'Océanie qui se servent de pirogues au lieu de tubes. Dans l'exposition belge nous avons vu un modèle de bateau de sauvetage flanqué de deux nacelles et évidemment conçu dans cet ordre d'idées. En Angleterre même on a fait de nombreux essais de radeaux à cylindres; en 1813, M. Thomas Boyce recevait une médaille d'argent de la Société des arts pour une invention de cette espèce. 21 plans ou modèles de radeaux de sauvetage figuraient au grand concours de life-boats ouvert, en 1852, par le duc de Northumberland. Les uns reposaient sur un seul cylindre, d'autres en avaient deux. Les cylindres étaient en métal, en bois, en gutta-percha. Aucun d'eux cependant ne parut construit de manière à pouvoir faire réellement le service de canot de sauvetage.

M. Richardson paraît avoir depuis résolu le problème, ou du moins s'être approché beaucoup de la solution.

Son bateau-radeau se compose de deux cylindres en tôle de 40 pieds de long sur 2 pieds et demi de diamètre, divisés à l'intérieur en compartiments étanches et fixés solidement l'un à l'autre en laissant entre eux un intervalle de 3 pieds. Leurs extrémités sont pointues, relevées et courbées latéralement de manière à se toucher à l'avant et à l'arrière. Une plate-forme à claire voie supportant huit bancs et entourée d'un plat-bord est établie sur les cylindres. Le radeau a huit pieds de large, la plate-forme en a six. Un gouvernail, 14 ou 16 avirons, deux voiles avec bonnettes et un foc composent l'armement et le gréement du radeau qui pèse 2,100 kilos, cale 30 centimètres d'eau, et coûte 3,250 francs.

En 1852, peu de temps après sa construction, le radeau Richardson a fait la traversée de Liverpool à Londres pendant laquelle il a essuyé de très-mauvais temps. Il s'élevait parfaitement à la lame et n'embarquait pas d'eau. Par beau temps, il a lutté de vitesse, sans désavantage, avec un canot de sauvetage. La Société anglaise des *Life-Boats* possède deux bateaux-radeaux Richardson en station à Rhyl et à New-Brighton, près d'Anglesey.

Bateaux de sauvetage pour les navires.

L'Exposition de l'amirauté anglaise renferme deux spécimens très-remarquables de bateaux de sauvetage pour les bâtiments. En Angleterre et aux États-Unis, les règlements obligent tous les paquebots à avoir un certain nombre de canots de sauvetage. Les canots affectés jusqu'ici à cet usage étaient fort insuffisants. On en a fait la triste expérience dans les naufrages du *London* et de l'*Evening-Star*. Leur seule propriété était l'insubmersibilité obtenue au moyen de caisses à air; l'amirauté anglaise a fait faire un grand pas à cette question. On voit, suspendus au chaland amarré en aval du pont d'Iéna, deux canots, bordant, l'un 10 avirons à couple, l'autre 6 avirons en pointe, et disposés de manière à pouvoir être employés au service ordinaire du bord, tout en of-

frant, en cas de mauvais temps, autant de sécurité à l'équipage, qu'un véritable life-boat. Munies de caisses à air, et d'un pont traversé par des puits à soupapes, ces embarcations sont insubmersibles, et se vident d'elles-mêmes. Le redressement spontané est obtenu au moyen de caissons mobiles placés à l'avant et à l'arrière, et retenus par des brides en fer. Ces caissons sont mis en place lorsqu'on veut se servir des canots par gros temps. Tous les vaisseaux de la marine anglaise ont déjà au moins une embarcation de cette espèce, et nous croyons savoir qu'en France la Compagnie transatlantique se propose de munir de caissons semblables les canots de sauvetage de ses paquebots.

M. John Samuel White, constructeur à Cowes, a exposé également un grand nombre de modèles d'embarcations insubmersibles pour navires de commerce et bâtiments de plaisance. Ces canots ont à nos yeux l'inconvénient d'être dépourvus d'appareils d'évacuation et de la propriété de redressement.

Canots de sauvetage à vapeur.

Toutefois, l'exposition de M. White renferme un type unique et entièrement nouveau d'embarcations à vapeur insubmersibles (fig. 7). Voici à ce sujet les renseignements extraits d'une note anglaise publiée dans le *Times* du 4 décembre 1866 :

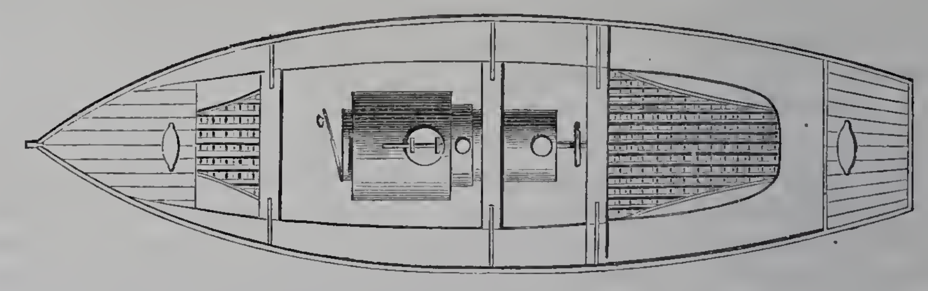


Fig. 7.

« Il est peu de personnes ayant visité Cherbourg et Portsmouth, l'année dernière, pendant le séjour des flottes combinées de la France et de l'Angleterre, qui n'aient conservé le souvenir de ces charmants canots à vapeur, attachés à l'escadre française. Ce spectacle était bien fait pour montrer à nos autorités combien elles s'étaient laissé devancer par la France. La leçon ne fut pas perdue, car onze mois s'étaient à peine écoulés depuis cette grande exhibition de vaisseaux cuirassés, que l'amirauté anglaise expédiait dans les mers lointaines, deux corvettes à vapeur, la *Sylvie* et le *Nassau*, pourvues d'embarcations à vapeur possédant en outre la précieuse propriété d'être insubmersibles. Ces embarcations, sorties des chantiers de M. John-Samuel White, de Cowes, ont 27 pieds de long sur 7 pieds 3 pouces de large, et 3 pieds 2 pouces de creux. Leur poids, avec machine, chaudière, approvisionnement d'eau et de charbon, ne dépasse pas 2,100 kilogrammes. La coque est double et en acajou ; le vaigrage disposé diagonalement, le bordé horizontalement. L'insubmersibilité est assurée par des caissons à air, disposés en abord de l'avant à l'arrière. Le tirant d'eau est de 1 pied 10 pouces et demi à l'avant, 2 pieds à l'arrière. L'embarcation déplace dix tonneaux et demi. Elle a filé 6 nœuds, 7 dans les expériences, avec de très-faibles vibrations, et une consommation de 25 kilos par heure.

« Avec 30 personnes, l'eau introduite librement dans le canot n'a pas atteint les bancs. 15 hommes, placés sur la lisse d'un bord, n'ont pas suffi pour l'amener au ras de l'eau. »

Ces essais de canots de sauvetage à vapeur ont à nos yeux une grande im-

portance, à deux points de vue. Ils démontrent la possibilité de rendre les embarcations à vapeur insubmersibles, ce qui est un notable perfectionnement; car, par gros temps, les canots à vapeur ont l'inconvénient de passer à travers les lames et sont conséquemment exposés à remplir.

Elles pourront en outre rendre de grands services, en ce qui concerne l'organisation du sauvetage sur nos côtes.

On reproche avec raison aux canots de sauvetage à l'aviron, de ne pouvoir toujours lutter avec avantage contre le vent et la mer, pour gagner les navires en détresse. On peut donner à ces embarcations un peu plus, ou un peu moins de vitesse, mais dans des limites trop restreintes. La vapeur seule peut avoir raison des éléments. Malheureusement, si M. White a résolu le problème des canots à vapeur insubmersibles, il n'a pas résolu celui des embarcations à vapeur, se vidant et se redressant d'elles-mêmes, le redressement spontané surtout étant incompatible avec l'emploi de la vapeur. On peut toutefois s'en servir comme auxiliaires. Dans les ports anglais, il existe de nombreux remorqueurs dont quelques-uns ont toujours leurs feux allumés lorsqu'il fait mauvais temps. Ils servent à conduire au vent des navires naufragés, les canots de sauvetage qui se laissent dériver ensuite pour accomplir l'œuvre de salut à laquelle seuls ils sont propres. Les ports français n'offrent pas les mêmes ressources. Des canots à vapeur insubmersibles, pourvus de chaudières Belleville, qui donnent de la pression presque instantanément, seraient donc d'une très-grande utilité pour remorquer les canots de sauvetage.

Bateaux de pêche insubmersibles.

Le grand nombre de bateaux de pêche qui se perdent chaque année sur les côtes de la Grande-Bretagne a depuis longtemps appelé l'attention sur l'utilité qu'il y aurait pour cette classe de bâtiments, pontés ou non, à pouvoir être rendus temporairement insubmersibles lorsqu'ils sont surpris en mer par des tempêtes. Ce perfectionnement était hautement approuvé par les hommes du métier, au double point de vue de la sécurité des équipages et de la pêche elle-même, qui serait de la sorte désormais moins entravée par la crainte des mauvais temps; mais la perspective de ces avantages n'avait pu amener jusqu'ici les pêcheurs à adopter une innovation cependant très-facile à réaliser.

La Société de sauvetage du Royaume-Uni a pensé que le moyen le meilleur de les y décider était d'avoir, dans quelques-unes des principales stations de pêche du pays, des bateaux établis sur le principe dont il s'agit, et qui, loués ou prêtés pendant quelques mois à des pêcheurs expérimentés de la localité, y resteraient dans la suite comme des modèles à consulter pour ceux qui, les ayant vus à l'œuvre et les ayant appréciés, désireraient en posséder de semblables.

Le comité de la *National life-boat Institution* avait, en conséquence, commandé cinq barques du même échantillon, dont trois devaient être construites en Écosse, une à Yarmouth et la dernière à Londres. Deux de ces bâtiments, ceux de Peterhead et d'Anstruther, ont déjà pris la mer; ils ne se sont pas encore trouvés dans des conditions de nature à les mettre sérieusement à l'épreuve, mais sous le rapport de la vitesse ils paraissent avoir donné d'excellents résultats. Ils ont les dimensions suivantes, qui ont été considérées comme les plus convenables pour les bateaux destinés tout à la fois à la pêche à la ligne et à la pêche au filet (fig. 8).

Longueur.	12m,20
Largeur.	4 25
Profondeur	2 45

Un sixième bateau de pêche modèle, un peu plus grand, a été récemment mis sur chantier pour la station d'Anstruther, dont la flotte de pêche s'éloigne parfois jusqu'à 100 milles de la côte, et dont les bateaux sont obligés de porter 21 ou

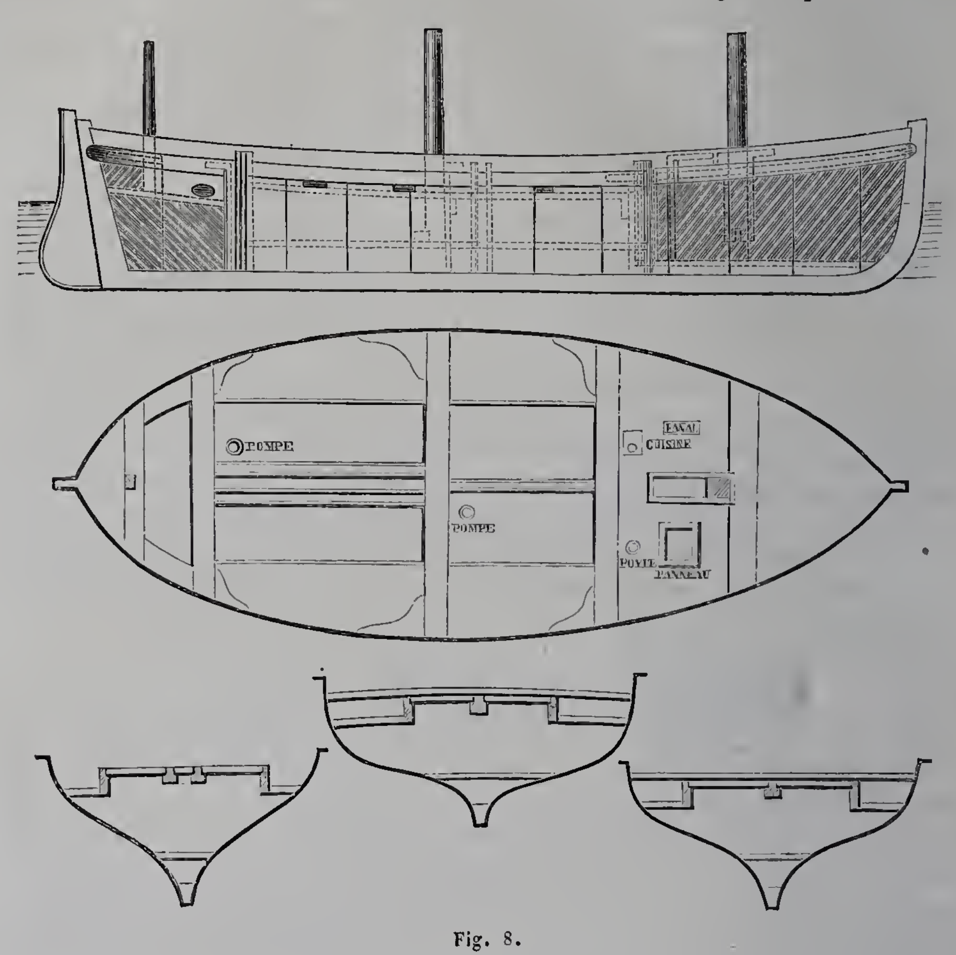


Fig. 8.

22,000 mètres de lignes, sans compter leur chargement de poisson ; il mesurera $13^{m},70$ de long sur $4^{m},60$ de large.

La Société des *Life-Boats* a exposé deux modèles de ces bateaux. Il faut espérer que l'exemple qu'elle a donné portera ses fruits, et qu'il sera permis aux pêcheurs français d'en profiter un jour.

III

RADEAUX DE SAUVETAGE.

Les radeaux de sauvetage sont destinés à offrir un refuge à l'équipage et aux passagers d'un navire, à l'heure suprême où, dévoré par l'incendie, envahi par la mer, ce navire doit être abandonné. Les embarcations sont insuffisantes, ou ont été enlevées par les lames : il faut construire une plate-forme capable de supporter les naufragés avec de l'eau et des vivres, jusqu'à la rencontre d'une terre ou d'un navire hospitaliers.

Tout bâtiment possède à bord ce qu'il faut pour construire un radeau, des pièces de bois et des barriques, mais un temps assez long est nécessaire pour les disposer convenablement et les réunir solidement, en raison surtout du défaut

d'expérience, et, disons le mot, de l'inhabileté de la plupart des marins à préparer ces appareils. Pour obvier à ces inconvénients, on a inventé des radeaux, préparés à l'avance, et dont il suffit de monter les pièces au moment du danger. L'Exposition possède un de ces radeaux présenté par un Américain nommé Perry. Bien que cette invention n'ait été importée en France que l'année dernière par M. Duchesne, capitaine du paquebot *le Pereire*, elle est connue en Amérique depuis nombre d'années, et a servi pour le passage des rivières dans la guerre des États-Unis contre le Mexique.

Radeau Perry.

Le radeau Perry se compose de trois sacs cylindriques en forte toile caoutchouquée, terminés en pointe à chaque extrémité; des bandes de toile de 60 centimètres de large les relient entre eux dans toute leur longueur, ainsi qu'aux châssis. Chaque cylindre est muni, à l'un de ses bouts, d'une tubulure par laquelle on le gonfle d'air; cette opération terminée, il suffit de tourner une virole pour fermer hermétiquement l'orifice (fig. 9).

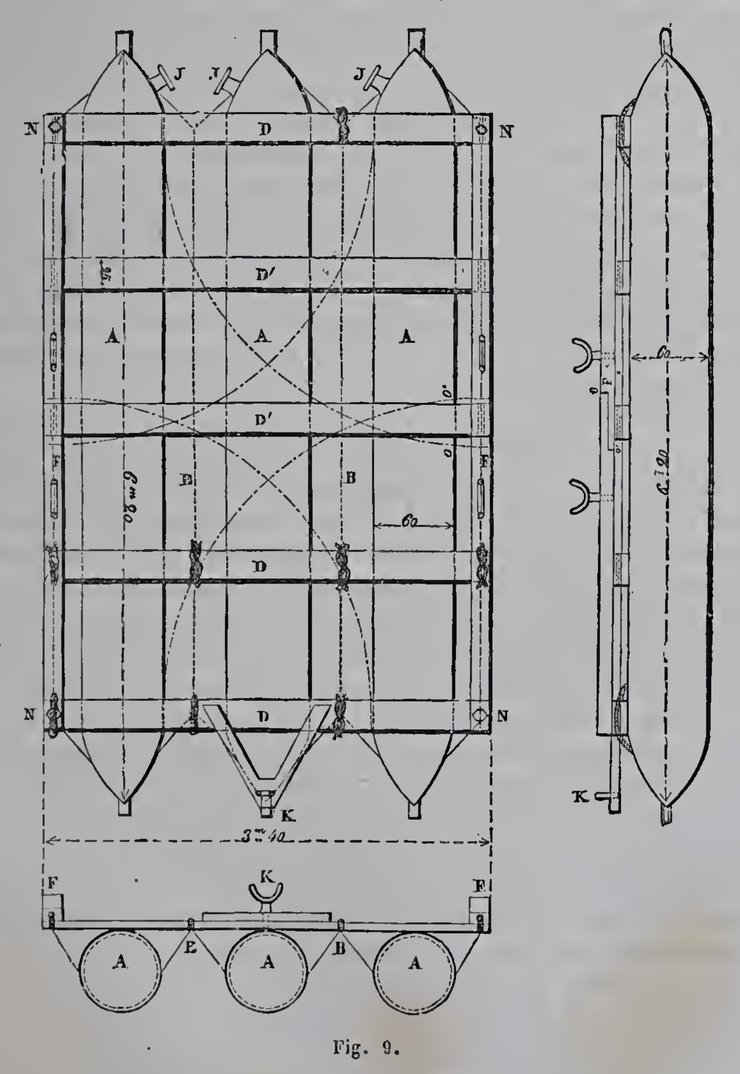


Fig. 9.

Les sacs étant gonflés et placés sur le sol, on pose dessus un châssis rectangulaire en bois, composé de cinq traverses plates formant des bancs, et de deux

longrines; chacune de ces longrines comprend deux pièces fixées par des boulons aux extrémités des traverses avant et arrière, sur lesquelles elles se replient lorsque le châssis est démonté.

Dans le montage, ces pièces se développent et se rejoignent; les bancs viennent s'y fixer, et le tout est solidement saisi sur les flotteurs au moyen de transfilages passés dans les bandes de toile. Deux fourches de nage sont adaptées à chaque longrine; une troisième, placée sur un châssis saillant à l'arrière, sert de point d'appui à l'aviron de queue destiné à diriger le radeau.

Cet appareil a l'avantage d'être peu encombrant : gonflé et roulé, il occupe, avec son châssis, un espace de $3^{m},40$, sur 50 centimètres de diamètre. Six hommes le portent. A bord, un quart d'heure, une demi-heure au plus par les plus mauvais temps, suffirait pour le gonfler et le mettre à la mer, sans avoir besoin de palans pour le faire passer par-dessus le bord. Quarante hommes peuvent s'y placer, mais par grosse mer, vingt-cinq seulement s'y trouveraient à peu près en sûreté; encore le châssis devrait-il être plus fort d'échantillon. Toutefois ce radeau ne nous paraît pas destiné à être généralement employé à bord des navires. Il coûte 2,500 francs et la moindre déchirure, le moindre trou fait par la dent des rats qui infestent les trois-quarts des bâtiments, est irréparable. En outre, comme tous les objets qui ne servent pas habituellement, ces appareils, roulés dans des toiles, ne seront visités qu'à de rares intervalles, et au moment du danger, on sera exposé à les voir s'enfoncer sous les pieds des infortunés qui en attendaient leur salut. Un radeau Perry vient de traverser heureusement l'Atlantique, monté par trois marins. A notre avis, cette navigation audacieuse ne prouve absolument rien. Personne n'a jamais douté qu'un appareil de ce genre ne pût flotter indéfiniment. C'est à bord au contraire et non sur mer qu'il court le plus de dangers. Aussi lui préférons-nous de beaucoup le radeau imaginé récemment par le capitaine Grandin, de la Compagnie générale transatlantique. Nous le décrirons en peu de mots bien qu'il ne figure pas à l'Exposition universelle.

Radeau du capitaine Grandin.

Ce système repose sur un procédé ingénieux et nouveau qui permet d'élinguer promptement des barriques vides et d'en faire la base d'une plate-forme flottante. La barrique est à bord le flotteur par excellence, mais par sa forme même, il est difficile à saisir, et pour obvier à cet inconvénient M. Grandin a songé à employer le *sergent*, petit instrument servant à embarquer et à débarquer les futailles vides; il se compose d'une tige en fer munie à son extrémité inférieure d'une petite traverse de même métal pivotant autour d'un axe, de manière à se placer en croix lorsqu'on l'abandonne à elle-même; elle se relève le long de la tige au moyen d'une aiguillette, et l'appareil peut, de cette manière, être introduit par le trou de la bonde. On lâche alors l'aiguillette, la traverse bascule, prend une position horizontale et se place en travers de l'orifice, buttant contre les bords intérieurs.

On a dès lors un point fixe qui permet de boucher hermétiquement la barrique au moyen d'une bonde en caoutchouc percée d'un trou pour laisser passer la tige du *sergent*. Cette tige elle-même traverse ensuite un espars en bois sur lequel elle est fixée solidement par une clavette.

Le point principal du système étant bien compris, il nous reste à faire connaître comment on construit le radeau.

On place quatre barriques à côté les unes des autres, les bondes en dessus, sur deux bouts de corde élongés en travers. On met en place les sergents et les bondes, et par-dessus un espars en bois dans lequel on perce quatre trous pour

recevoir les tiges des quatre sergents. On les fixe au moyen d'une rondelle et d'une clavette forcée à coups de masse. On dispose successivement de la même manière trois autres rangées de barriques, les fonds se touchant ; ces rangs sont reliés entre eux par cinq espars longitudinaux placés en croix sur les traverses des sergents, deux aux deux extrémités, les trois autres au-dessus des entre-deux des barriques ; tout le système est saisi par de solides amarrages. Les cordes placées sous les barriques sont ensuite amarrées sur les espars latéraux et enveloppent chaque rang d'une double ceinture que l'on roidit en lui faisant prendre la forme des barriques, au moyen d'aiguillettes passées sur les espars intermédiaires. On ajoute enfin deux traverses aux extrémités des espars longitudinaux. Ce radeau étant ainsi préparé, on le complète en mettant entre les barriques tous les objets flottants qui se trouvent à bord, des ceintures de sauvetage, des barils, etc.; des planches sont clouées dans le sens de la longueur ; on engage, entre les planches des côtés et les espars, des montants de tente pour servir de batayoles sur lesquels on amarre en long des avirons et des bouts-dehors. Une vingtaine d'hommes suffisent pour mettre à la mer l'appareil qui présente une plate-forme de 5^{m} de long sur 4^{m} de large; il pèse 1,200 kilos, et déplace au moins 4 tonneaux.

Nous venons de le décrire dans toute sa simplicité et en indiquant seulement ses éléments essentiels. Le radeau construit à bord du paquebot *l'Impératrice-Eugénie*, et dont le plan est page suivante, présente quelques dispositions de nature à le consolider, mais qui ne sont pas indispensables (fig. 10).

C'est ainsi que le radeau est entièrement enveloppé d'un prélart qu'il suffit d'étendre sur le pont avant l'opération. Ce prélart sert de lest et amortit le choc des lames sur le fond des barriques placées aux deux extrémités.

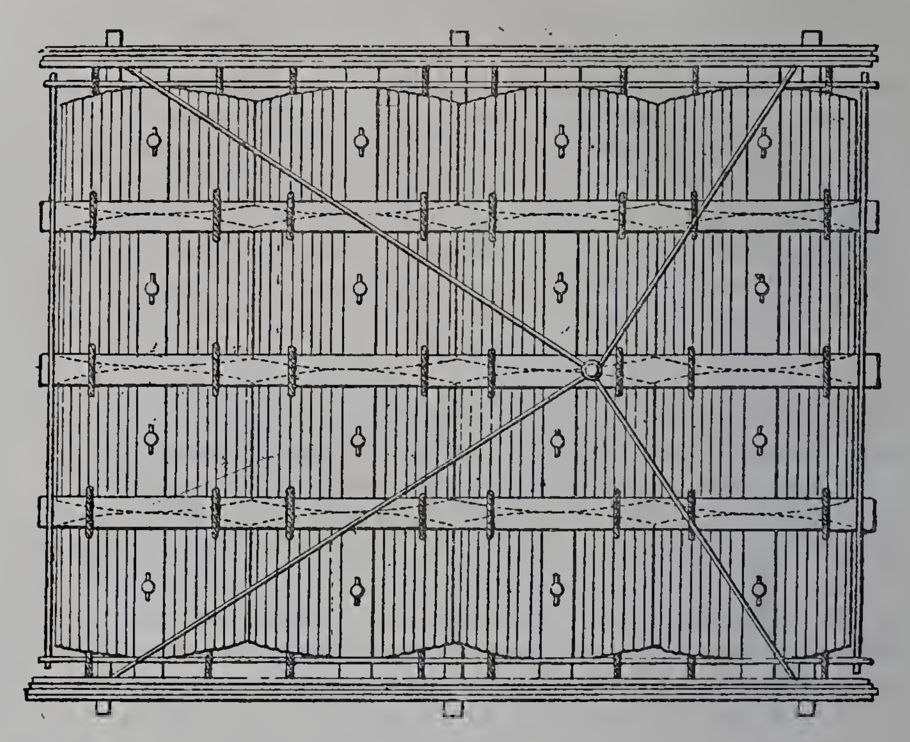
Le vide existant entre les barriques et les traverses des sergents est rempli en partie par des taquets en bois présentant à peu près un triangle tronqué renversé, dont les deux côtés s'appuient sur les formes des barriques, tandis que sa base touche la traverse. Ces taquets sont très-utiles pour consolider le système et empêcher les barriques de prendre du jeu. Si on ne les a pas préparés à l'avance, on peut obtenir le même résultat en engougeant tout simplement les traverses, de manière à ce qu'elles prennent la forme des barriques.

Dans le radeau du capitaine Grandin, les grandes longrines latérales sont remplacées par deux barres de fer passant dans les extrémités des traverses; et les ceintures des barriques, terminées par des œils dans lesquels on passe ces barres de fer, sont ensuite roidies au moyen des aiguillettes intermédiaires. Tout cela est évidemment préférable et permet de monter le radeau plus rapidement. Mais cela oblige à avoir des barres de fer préparées exprès, des traverses percées de trous à chaque bout, des ceintures coupées à l'avance et munies d'œils. A bord des navires portant des passagers, les capitaines agiront avec prudence en préparant ces objets peu coûteux et peu encombrants; mais on peut s'en passer, et sans eux l'idée de M. Grandin n'en conserve pas moins toute son utilité.

Une fois le radeau à la mer, on complète plus ou moins son installation et son approvisionnement suivant les circonstances du temps et du sinistre. Si l'abandon du navire a lieu pour cause d'incendie ou de voie d'eau, on a parfois une mer calme et plusieurs heures devant soi; on établit alors un mât et une voile; on embarque de l'eau, des vivres, des cartes, etc.; tous ces objets sont très-nécessaires. Mais il est pour les naufragés une nécessité qui prime toutes les autres : c'est de flotter; il faut y songer avant de songer à ne pas mourir de faim, bien qu'il y ait de tristes exemples d'équipages réduits à cette extrémité ; il arrive le plus souvent que les naufragés sont recueillis au bout de quelques heures. Nous insistons sur ce point, parce qu'un grand nombre d'inventeurs d'appareils de sauvetage paraissent se préoccuper par-dessus toute chose des vivres et approvi-

sionnements. Ils ont, à cet égard, un luxe de précautions et d'installations qui, généralement, n'est pas en rapport avec l'appareil lui-même, d'une efficacité souvent plus que douteuse ou d'une application impossible.

La grande difficulté en matière de radeau de sauvetage, c'est de le construire et de le mettre à la mer, l'approvisionnement est toujours relativement facile lorsqu'on a le temps d'y songer, et c'est l'A B C du métier de marin.



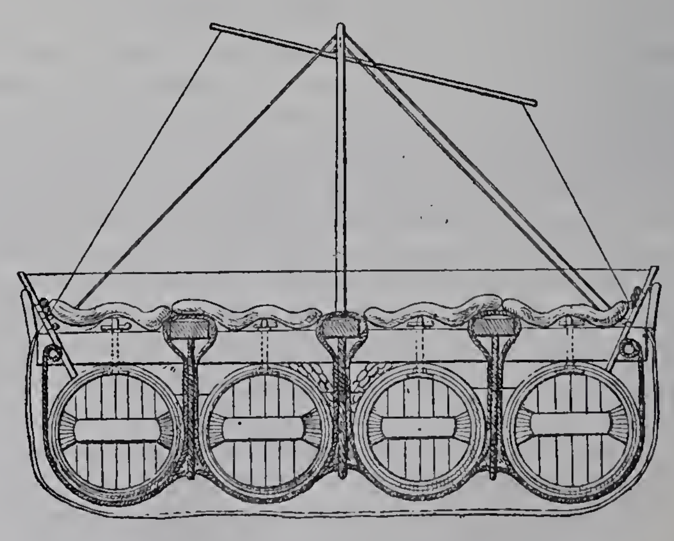


Fig. 10.

Au résumé, pour construire le radeau du capitaine Grandin, il suffit d'avoir à bord autant de sergents à bondes que l'on a de barriques disponibles et qu'on veut en employer au radeau, en calculant sur le pied de 16 barriques pour vingt-cinq personnes ne trouvant pas place dans les embarcations. Afin d'être sûr d'a-

voir toujours à sa portée ces instruments au moment du danger, il conviendrait de les placer dans un caisson sur le pont avec leurs bondes, rondelles et clavettes, et une demi-douzaine de tarières pour pouvoir percer promptement les trous dans les espars.

IV

PORTE-AMARRES.

Un Français, du nom de Ducarne de Blangy, paraît avoir conçu le premier, en 1790, la pensée d'envoyer une amarre d'un navire naufragé à terre en se servant soit des gaz de la poudre, soit d'un cerf volant, soit d'une barrique vide poussée par le vent et les lames. Toutefois, l'application pratique de cette pensée n'a été faite que trente ou quarante ans après, en Angleterre, par le capitaine Manby, au moyen d'une bombe munie d'une corde et lancée par un mortier; et plus tard encore par M. Carte, au moyen d'une fusée. La difficulté de décider les armateurs à embarquer sur leurs navires des porte-amarres a même obligé jusqu'ici à renverser le problème que s'était posé Ducarne de Blangy et à chercher un appareil capable d'envoyer à contre-vent des amarres de terre aux navires naufragés. On ne saurait trop le répéter, c'est à bord que les moyens de sauvetage doivent être surtout placés; mais, comme il arrive souvent en matière de progrès, il faut se résigner à faire un long détour pour arriver au but.

En 1846, M. Delvigne commença une longue série de persévérantes études sur les porte-amarres. Sa première idée fut d'employer des projectiles cylindriques en bois creux renfermant la ligne qui se déroulait pendant la trajectoire. Quelques années plus tard, M. le capitaine d'artillerie Tremblay se mit également à l'œuvre et présenta une fusée pesant six kilogrammes munie d'un grapin. La baguette de la fusée renfermait, comme dans l'appareil Delvigne, la ligne bobinée et se déroulant pendant le trajet. Il proposa également un fusil et un pistolet lançant une baguette à laquelle était amarrée une ligne. La fusée grapin et le pistolet figurent à l'Exposition universelle.

En 1857, M. Bertinetti, de Turin, a combiné l'emploi du canon et de la fusée pour obtenir une plus grande portée.

En 1862, M. le comte d'Houdetot, du Havre, a inventé un canon et un fusil à rayure lançant des projectiles allongés auquel une languette glissant dans la fente hélicoïdale de l'arme imprime un mouvement de rotation. Cette languette est à charnière et se redresse sous la traction de la ligne, dès que le projectile sort de la pièce. L'inconvénient de ce système est la nécessité d'employer une pièce pesant 250 kilogrammes et d'un prix élevé. Le tir est juste, mais il a lieu sous un angle très-faible, ce qui n'est pas sans danger pour l'équipage du navire naufragé.

En Angleterre, et récemment en Allemagne, plusieurs espèces de fusées ont été expérimentées et mises en service. Enfin M. Delvigne a inventé depuis lors un système de flèches entièrement nouveau et qui paraît devoir rendre de grands services. La Société centrale de sauvetage des naufragés l'a adopté à l'exclusion de tout autre engin.

Ce court historique nous a paru devoir précéder l'étude plus complète des systèmes actuellement en service chez les nations maritimes, et qui peuvent, on le voit, se diviser en deux catégories bien distinctes suivant qu'ils sont basés sur l'emploi de la fusée, ou d'un projectile lancé par un canon.

Fusées porte-amarres. — Il existe sur les côtes de l'Angleterre 210 stations pourvues de fusées. La fusée Dennet, portant à une distance de 120 à 330 mètres suivant qu'elle était simple ou double, a été remplacée dernièrement par la

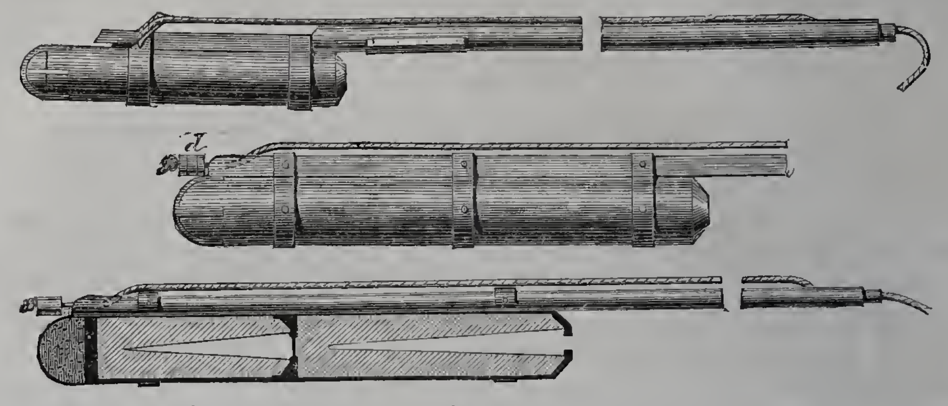


Fig. 11.

fusée du colonel Boxer, formée également de deux fusées, mais placées bout à bout au lieu d'être juxtaposées. Cette disposition est de beaucoup préférable. En Danemark et en Hollande on se sert de fusées analogues à celle du colonel Boxer. En Allemagne, la disposition des côtes nécessitait des portées supérieures à 300 mètres. Sur la demande de la Société allemande de sauvetage, le laboratoire de pyrotechnie de Spandau a étudié la question. On y est parvenu a confectionner des fusées qui, dans de récentes expériences faites à Spandau et à Brême, auraient porté une ligne à 400 mètres et même 430 mètres.

Ce genre d'appareil employé dans les stations de sauvetage de tous les pays, excepté dans les stations françaises (encore existe-t-il à Boulogne et à Dieppe), n'est pas cependant sans inconvénients. Les fusées ne peuvent bien se conserver que dans des abris secs, leur tir exige des servants très-exercés, et n'a plus aucune précision dès qu'il ne s'exécute pas bien droit debout au vent. Enfin, leur prix est très-élevé : chaque fusée Boxer coûte 25 francs. Cette somme est minime lorsqu'il s'agit de sauver des hommes, mais les exercices deviennent très-dispendieux et c'est là une grave objection.

Mortier Manby. — 93 postes de sauvetage du Royaume-Uni sont encore pourvus de cet engin. Il pèse 80 kilos avec son affût et lance une bombe pesant 14 kilos dont la portée ne dépasse guère 180 mètres. Les attaches qui retiennent la ligne au projectile se rompent souvent. Au résumé, cet appareil, qui a rendu de très-grands services, n'est plus en rapport avec les récents progrès de l'art balistique. Il semble anormal d'employer pour lutter contre le vent un projectile sphérique, alors que partout ce dernier cède la place au projectile allongé. M. Delvigne avait toujours été frappé de cette vérité, de tout temps il l'avait prise pour point de départ de ses études. Son nouveau système de porte-amarres est basé sur le même principe. Il nous reste à l'examiner.

Flèches Delvigne. — Lors de la constitution de la Société centrale, en 1865, le comité d'administration de cette Société, obligé de pourvoir à la création d'un nombre considérable de postes de porte-amarres, avec les ressources nécessairement limitées qu'il devait à la bienfaisance publique, avait résolu de chercher, avant de rien entreprendre, un système meilleur que le mortier Manby, moins délicat et moins dispendieux que les fusées. Ces recherches, confiées à M. Delvigne, devaient être assez longues. On s'occupa donc de mettre, en at-

tendant, les agents des douanes sur le littoral en mesure d'utiliser les mousquetons dont ils sont armés pour secourir les bâtiments naufragés à petite distance du rivage. L'idée n'était pas nouvelle. Un inspecteur des douanes, M. Vildieu, l'avait reproduite dans un récent mémoire que le comité avait alors sous les yeux.

C'est afin de satisfaire à cette demande que M. Delvigne imagina la flèche pour mousqueton. Toute l'invention consiste dans le mode d'attacher la ligne à la flèche. La flèche en bois, de 90 centimètres de longueur, est munie à ses extrémités de douilles en cuivre, son poids total est de 180 grammes. Un coulant en corde facile à resserrer glisse à frottement tout le long de la flèche. Par dessus le coulant on place une bague munie de deux boucles auxquelles est attachée la ligne. Pour tirer, on met dans le mousqueton une charge de 2 grammes 1/2 à 3 grammes de poudre, puis un culot de carton embouti ou une bourre, et par-dessus, la flèche dont le coulant et l'attache ont été placés à toucher la douille antérieure. Lorsque la flèche part, le glissement du coulant suffit pour vaincre l'inertie de la ligne et éviter sa rupture. Le coulant vient butter contre le ressort de la douille antérieure; et la flèche, filant sans osciller et sans basculer, entraîne la ligne à 60, 70, 80 mètres suivant la force du vent (pl. LIV).

Cet engin, d'une remarquable simplicité, fut mis en service à la fin de l'année 1865. Des caisses renfermant un certain nombre de flèches avec les accessoires nécessaires, sont confiées aux agents des douanes qui font de fréquents exercices et sont devenus déjà sur un certain nombre de points très-adroits dans ce genre de tir.

Ce premier succès devait conduire tout naturellement à la solution du problème des porte-amarres à grande portée. Il n'y avait pas de raison en effet pour qu'une flèche de plusieurs kilogrammes ne se comportât pas aussi bien qu'une flèche de 200 grammes.

L'année 1866 fut consacrée tout entière à cette étude. Des expériences eurent lieu successivement à Toulon, à bord du vaisseau école des canonniers, à Vincennes, au camp de Châlons. Chacun de ces essais marquait un progrès et rapprochait de la solution définitive. Dans son rapport, la commission du camp de Châlons déclara le système entièrement satisfaisant et applicable immédiatement. Mais il restait à faire fabriquer des canons en acier et à leur faire subir des épreuves. M. Delvigne se souvint alors qu'il existait dans les arsenaux de la marine des petites pièces en bronze, perriers et espingoles, que les progrès de l'artillerie avaient fait mettre hors d'usage. Des expériences avec ces pièces furent faites à Cherbourg, et démontrèrent le parti que l'on pouvait tirer de leur emploi. Le perrier pesant 80 kilogrammes, avec une charge de 150 grammes de poudre, lance une flèche en fer de 5 kilos à une distance de 315 à 340 mètres. Avec 50 grammes de poudre la même bouche à feu lance une flèche en bois du poids de deux kilos à 200 mètres. Ce dernier résultat est également obtenu dans les mêmes conditions avec l'espingole du poids de 20 kilos. La figure 19 de la planche XLVIII représentent le perrier et l'espingole, ainsi que la disposition de la charge.

Le comité de la Société centrale voulut témoigner sa reconnaissance à M. Delvigne en lui décernant une médaille d'honneur en or, et des mesures furent prises immédiatement pour la mise en service de ce matériel qui devait être complété par un certain nombre d'accessoires et des appareils va-et-vient. Le jury de l'Exposition a décerné une médaille d'argent à M. Delvigne.

Avant de donner la nomenclature des accessoires, nous dirons un mot des appareils va-et-vient dont toutes les organisations de sauvetage ont emprunté les détails à l'Angleterre.

Appareil va-et-vient.—Lorsqu'une première communication a été établie avec un navire naufragé, au moyen de la flèche porte-amarre et de la ligne qu'elle entraîne (*fig.* 12), il reste, pour établir le va-et-vient, à effectuer quatre opérations.

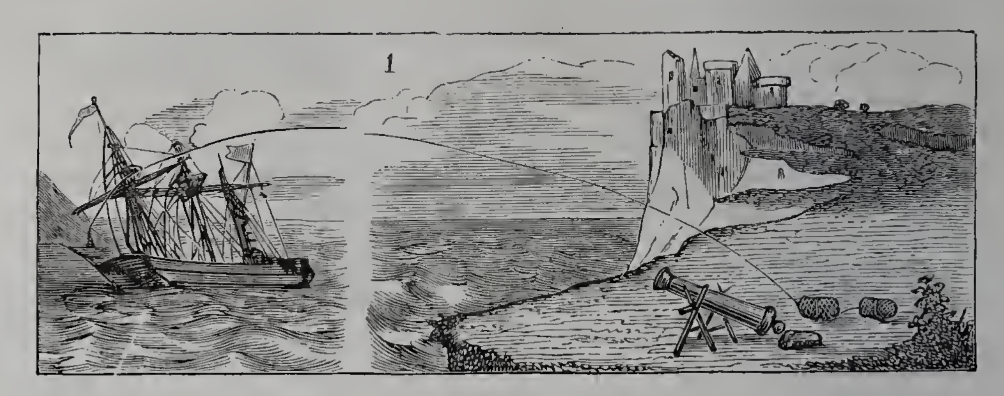


Fig. 12.

1° Au moyen de la ligne, l'équipage naufragé amène le hale-à-bord, et avec le hale-à-bord le cartahu double sans fin qui est amarré dessus à terre (*fig.* 13).

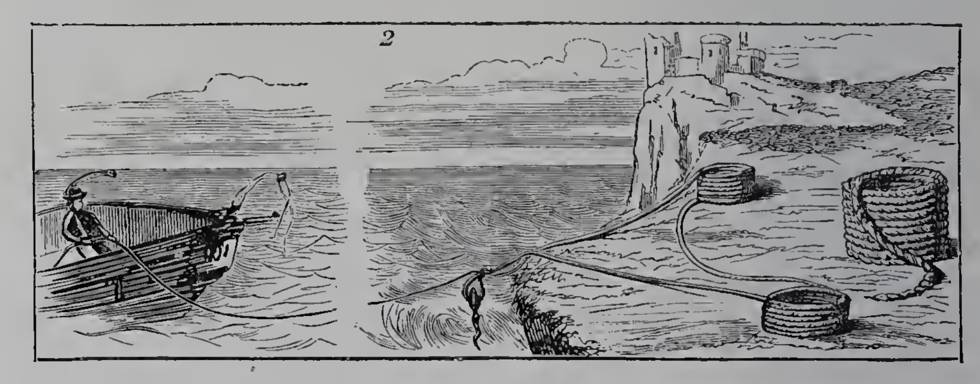


Fig. 13.

2° La poulie de ce cartahu est amarrée dans la mâture, ou, si la mâture est tombée, dans la partie la plus élevée du navire (*fig.* 14).

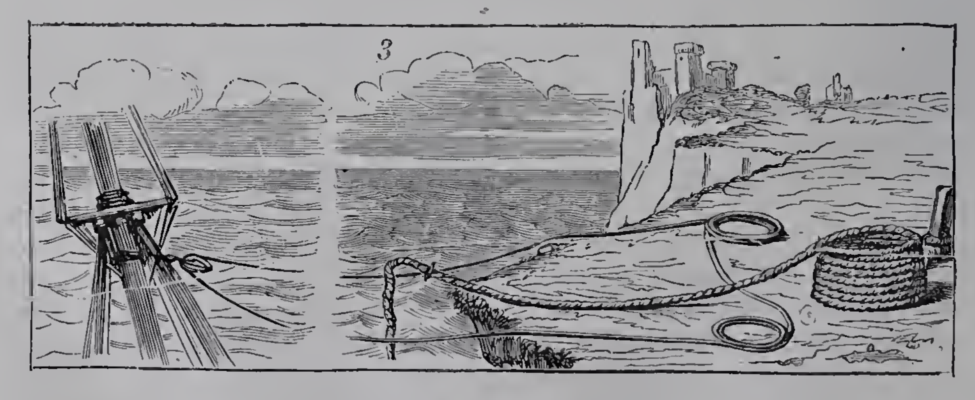


Fig. 14.

3° Les riverains se servent de ce cartahu pour envoyer à bord le bout d'une

aussière, que l'équipage amarre à 50 centimètres au-dessus de la poulie du cartahu (*fig.* 15).

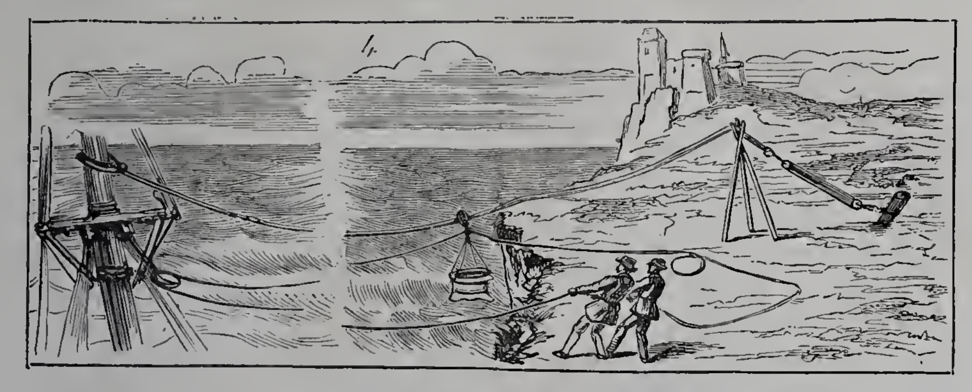


Fig. 15.

4° Au moyen de l'aussière roidie à terre et du cartahu sans fin, les riverains font passer à bord une bouée circulaire, garnie de culottes en toile, destinée à recevoir les naufragés un à un et à les porter sur le rivage (*fig.* 15 et 16).

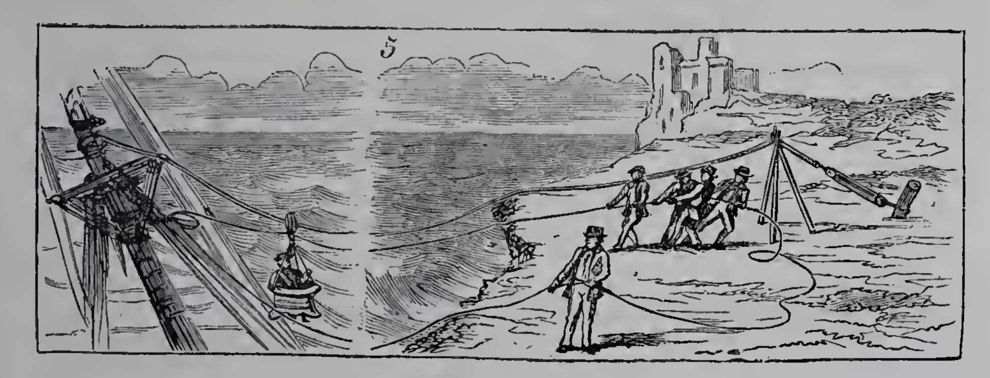


Fig. 16.

5° Lorsque la côte est très-plate et le navire échoué à grande distance, l'aussière ne pouvant plus être employée utilement, on amarre directement la bouée

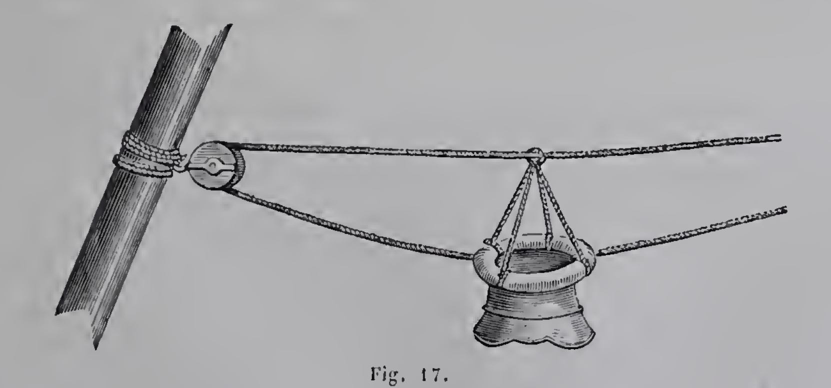


Fig. 17.

sur le cartahu double et les naufragés sont amenés flottants. On agit de la même manière lorsque la situation du navire naufragé ne laisse pas le temps d'établir l'aussière (*fig.* 17).

Inventaire des appareils Porte-Amarres Delvigne à grande portée.

PERRIER

Perrier	1
Roues pour le perrier	2
Chevalet et sa traverse	1
Ecouvillon cuiller	1
Tampon de lumière en ligne	1
Cordon tire-feu	1
Flèches en bois garnies	3
Flèches en acier garnies	3
Bagues en ligne pour flèches en bois	12
— pour flèches en acier	12
Pelote de lignes pour coulants	1
Quart de cercle de pointage	1
Pelotes de ligne de 13,5 et 200 mètres	6
Mandrins coniques en bois pour pelotes	6
Hale-à-bord de 30 et de 150 mètres	2
Boîte à gargousses en fer-blanc pour charges de 50 grammes, renfermant une boîte à graisse et une boîte à étoupilles qui sert de mesure pour la poudre	1
Boîte à gargousses en fer-blanc pour charges de 140 grammes, renfermant une boîte à graisse et une boîte à étoupilles qui sert de mesure pour la poudre dont elle contient 140 gram.	1
Mandrin en bois pour faire les gargousses	1
Un dégorgeoir	1

ESPINGOLE

Espingole	1
Chevalet en bois et sa traverse	1
Flèches en bois	3
Bagues en ligne	12
Pelote de ligne pour coulants	1
Quart de cercle de pointage	1
Pelotes de ligne de 13,5 et de 200 mètres	3
Mandrins coniques en bois	3
Hale-à-bord de 30 et de 150 mètres	0
Boîte à cartouches en fer-blanc renfermant une boîte à graisse et une boîte à capsules qui sert de mesure pour la poudre	1
Culots en bois servant de bourres	50
Mandrin en bois pour faire les cartouches	1

APPAREIL VA-ET-VIENT

Aussière en manille de 80 millimètres	1
Cartahu double de 50 millimètres	1
Garant de palan en chanvre goudronné de 55 millmètres	1
Aiguillette en chanvre goudronné de 40 millimètres	1
Ligne pour bâton plombé	1
Moque à rouet	1
Poulie coupée	1
Poulie double à croc pour palan	1
Poulie simple ou double à fouet pour palan	1
Poulie simple à fouet et à émérillon pour cartahu double	1
Bâton plombé	1
Bouée à culotte	1
Pavillon rouge	1
Bâton de pavillon	1
Prélart en toile peinte	1
Coton pour mèches (gr)	100
Burette à huile	1
Pelles emmanchées	2
Pioche emmanchée	1
Fanal à main à verres rouge et blanc	1
Fanal à suspension	1
Ciseaux à mèches (dans le fanal à la main)	1
Tablettes en bois avec inscriptions	6
Trépied en bois garni en fer	1
Brancard en bois garni en fer	1
Pieu garni en fer de 10 centimètres de diamètre	0
Traverse en bois	0
Masse emmanchée	0
Chariot pour transport du matériel	1
Ceintures de sauvetage	2
Épissoir en fer	1

Le porte-amarre et l'appareil va-et-vient sont portés sur un chariot recouvert d'une toile goudronnée. Le chariot anglais est à ressorts et traîné par un cheval (fig. 18, pl. XLVIII.) Le chariot allemand est disposé de manière à servir non-seulement au transport mais aussi à l'établissement de l'appareil (fig. de 10 à 16). Le trépied sur lequel se roidit l'aussière s'ajuste dessus. L'aussière et le cartahu double sont enroulés sur des treuils placés au-dessus l'un de l'autre pour la manœuvre, tandis que pendant la marche l'un d'eux occupe l'autre extrémité du chariot. Le comité de la Société allemande a adopté ce système en vue de manœuvrer avec très-peu de monde, nous croyons que l'expérience n'a pas encore prononcé sur son efficacité pratique. Le chariot français n'ayant pas à transporter de fusées a pu être construit à la fois plus légèrement et plus économiquement (fig. 17, pl. XLVIII)).

Dans la plupart des localités, la société française a dû établir des abris pour

remiser les porte-amarres. Ces abris sont des chalets en bois recouverts en papier goudronné. Ils sont construits à Paris, puis démontés et envoyés sur les lieux. Un perrier porte-amarre avec ses accessoires et son va-et-vient revient environ à 1,800 francs savoir :

Bouche à feu, fournie gratuitement par la marine.

Accessoires	200 fr.
Appareil va-et-vient complet	680
Total	880 fr.
Chariot	300
Chalet-abri	600
Total	1780 fr.

L'appareil anglais à fusée coûte 2,700 francs. Si l'on y ajoute la valeur du chariot à ressort et de l'abri en maçonnerie nécessaire pour la conservation des fusées, on arrive à un prix de 4,500 francs. En outre, les exercices des perriers ne coûtent absolument rien, car la poudre à canon est la seule consommation qu'ils occasionnent, et le ministère de la marine la fournit gratuitement pour cet objet. Avec des fusées, au contraire, chaque exercice revient à une centaine de francs. Toutes ces considérations démontrent d'une manière incontestable l'économie considérable que permet de réaliser l'emploi des porte-amarres Delvigne, eu égard au matériel existant en France, et que cet inventeur a trouvé le moyen d'utiliser. Or lorsqu'on ne dispose pas comme l'État d'un budget, en quelque sorte indéfini, économie est synonyme de développement.

V

APPAREILS DESTINÉS A FACILITER LA MISE A L'EAU DES EMBARCATIONS PAR GROS TEMPS.

Le problème de la mise à l'eau des embarcations par gros temps, est un de ceux qui intéressent le plus les navigateurs. Un si grand nombre d'accidents et de sinistres ont été, et sont chaque jour la conséquence de l'insuffisance des moyens employés à bord pour cette opération, que l'on s'étonne de voir la question encore si peu avancée, en présence des efforts tentés par les inventeurs pour arriver à une solution.

Aux États-Unis une commission nommée par le gouvernement expérimentait récemment plusieurs systèmes. D'autres sont employés en Angleterre tant sur les navires de l'État que sur les bâtiments marchands. En France, divers procédés sont en ce moment à l'étude dans l'escadre d'évolutions de la Méditerranée, et leur emploi paraît devoir donner des résultats satisfaisants.

L'Exposition universelle renferme plusieurs de ces appareils. Avant de les décrire nous dirons un mot de leur utilité.

Les embarcations destinées à être mises à l'eau par mauvais temps sont suspendues à bord des navires à deux potences ou porte-manteaux, fixés à l'extérieur du bâtiment au moyen de palans à crochets. Il arrive souvent ou que les palans ne s'amènent pas également, ou que l'une des extrémités du canot se trouvant soulevée par une lame, l'un des palans se décroche de lui-même, ou est décroché, tandis que l'autre soutient encore le canot. Celui-ci reste alors suspendu par un bout, se remplit, et tout l'équipage est jeté à la mer.

Par gros temps, un canot doit être amené presque instantanément au moment où le navire commence à rouler de son côté. Parfois il est même inutile d'amener. Il suffirait de décrocher les palans et de laisser tomber l'embarcation dont la lame s'approche de très-près.

On conçoit déjà que le palan ne convient aucunement pour amener en pareil cas; il file trop lentement. Beaucoup de capitaines ont le soin, lorsqu'ils prennent la mer, de disposer sur itagues une embarcation de chaque bord, c'est-à-dire de la suspendre sur une seule corde beaucoup plus grosse. C'est-là une excellente précaution qui ne devrait jamais être omise.

Les appareils exposés sont au nombre de cinq : l'un d'eux, celui de MM. Brown et Level figure dans la section des États-Unis. Les autres viennent de l'Angleterre : ce sont ceux de MM. Clifford, Kynaston, May et Rogers.

Appareil Brown et Level. — Le décrochement qui porte le nom de Brown e Level a été inventé par M. Level, Français résidant à New-York. Il fonctionne sur tous les navires de l'administration des douanes; et, par une décision en date du 25 juillet 1866, le congrès américain ayant ordonné que les bâtiments portant des passagers eussent leurs life-boats pourvus d'appareils à décrochement, l'appareil Brown et Level a été adopté par plusieurs compagnies importantes de paquebots à vapeur ; c'est donc un engin consacré déjà jusqu'à un certain point par l'expérience. Le jury lui a décerné une médaille de bronze.

Il se compose de deux crochets articulés, fixés à l'avant et à l'arrière du canot; chaque crochet est fermé et maintenu par une bride s'ouvrant comme la mâchoire d'une tenaille. La queue de cette bride est reliée par une tige en fer à un levier de manœuvre fixé à l'épontille du premier banc de la chambre.

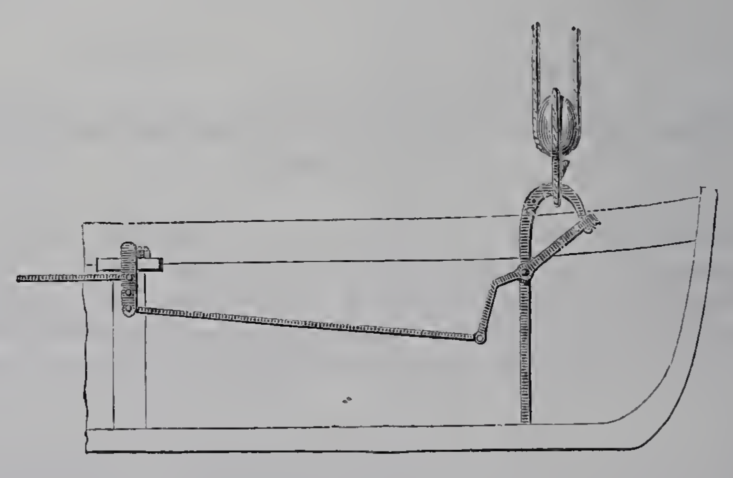


Fig. 18.

Il suffit d'enlever le verrou de sûreté qui maintient ce levier et de le tirer légèrement vers l'arrière pour que la bride se dégage de l'extrémité du croc qui s'ouvre et laisse échapper la cosse de la poulie de suspension.

Ce système est complété par une disposition pour amener l'embarcation. Les garants des deux palans passent à bord du navire entre deux réas qui, en se serrant plus ou moins au moyen d'un levier, laissent filer les garants simultanément et plus ou moins vite suivant que les circonstances l'exigent. Cette disposition est entièrement nouvelle et très-ingénieuse.

Le seul inconvénient que l'on puisse reprocher au décrochement Brown et Level est de nécessiter des tringles occupant au milieu toute la longueur de l'em-

barcation. Elles sont bien à l'abri sous une longrine en bois, mais elles divisent les chambres de l'avant et de l'arrière en deux parties et gênent les mouvemens des hommes. MM. Brown et Level ont imaginé plusieurs autres appareils ayant le même objet. L'un d'eux agissait comme une tenaille dont l'une des queues était fixée à l'embarcation tandis que l'autre manœuvrée au moyen d'un bouton s'ouvrait pour laisser échapper la poulie. Le système exposé et décrit en premier lieu est celui qui, au dire même des inventeurs, a donné dans la pratique les meilleurs résultats.

Le décrochement Kynaston n'offre pas l'inconvénient que nous signalions tout à l'heure. Dès que l'embarcation est amenée, il ne reste que les deux crochets que l'on range avec leurs pattes dans le fond du canot.

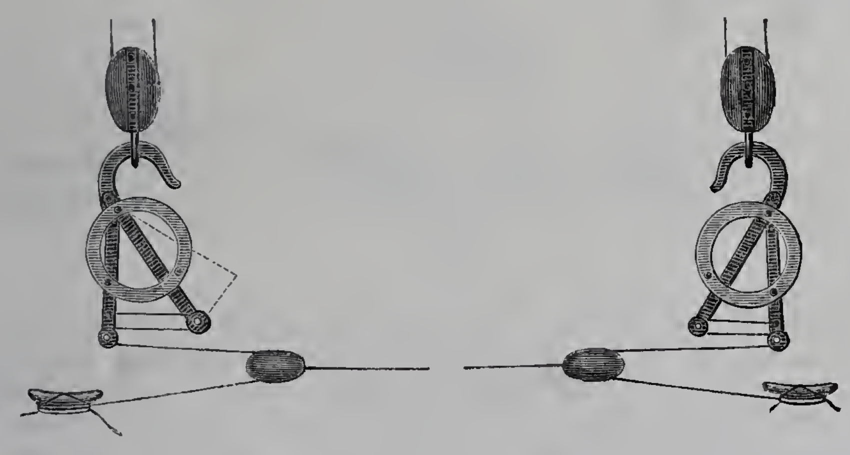


Fig. 19.

Le décrochement s'opère par le renversement des crochets maintenus dans leur position normale au moyen de clavettes de sûreté et d'aiguillettes de manœuvre. Une itague munie à chacune de ses extrémités d'une poulie dans laquelle passe une des aiguillettes de manœuvre rend les deux aiguillettes solidaires, de telle sorte qu'en en larguant une, l'autre prend du mou comme si elle était larguée elle-même et les deux crochets se renversent à la fois.

Cet appareil est en service depuis assez longtemps déjà à bord de quelques navires de guerre anglais, concurremment avec le système Clifford.

Système Clifford. Nous trouvons dans le journal *le Life-Boat*, d'intéressants renseignements sur cet appareil. C'est en 1852 que l'on s'occupa, pour la première fois, en Angleterre, de la recherche de systèmes de décrochement. Deux procédés dus à M. Lacon et à M. Russel, ne parurent pas satisfaisants. En 1855, M. Clifford produisit son système qui se distingue entièrement des autres en ce que le canot est amené par un homme placé dedans, et se dégage par le dépassement simultané des deux itagues qui le supportent. Il n'y a donc pas, à proprement parler, décrochement.

Les principaux organes de l'appareil sont : deux poulies métalliques à trois réas superposés, fixées à l'avant et à l'arrière du canot par deux balancines crochées aux plats-bords ; deux poulies de retour fixées à l'avant et à l'arrière sur la carlingue du canot ; un guindeau placé sous le banc du milieu.

Les itagues de suspension capelées aux porte-manteaux passent dans les poulies à trois réas, puis dans les poulies de retour placées au-dessous. Elles s'enroulent

ensuite en sens contraire autour du guindeau que leurs bouts traversent. Le frottement, sur le guindeau, de ces tours dont les deux premiers mordent l'un sur l'autre, et le frottement entre les réas, suffisent pour qu'un seul homme puisse amener le canot en dévirant le guindeau au moyen d'une aiguillette qui s'enroule autour.

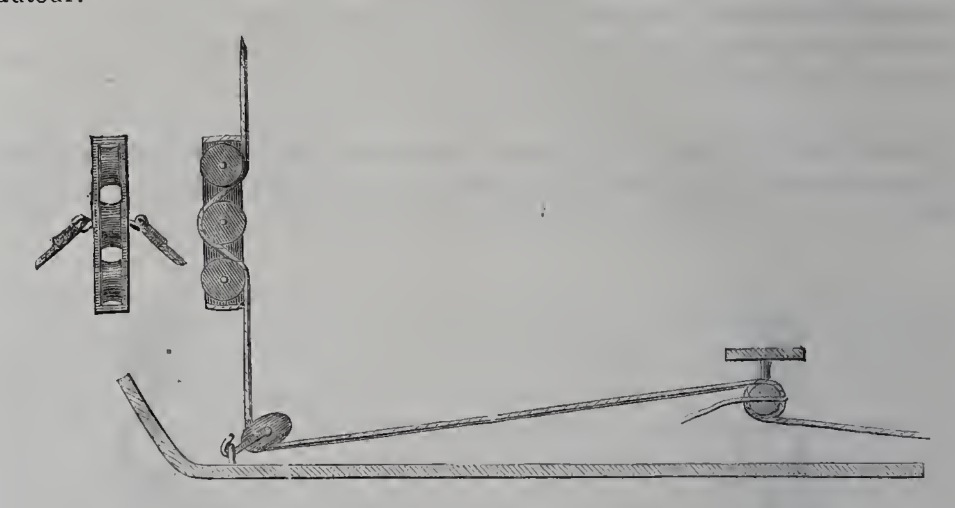


Fig. 20.

Cet appareil paraît très-apprécié en Angleterre, où il a rendu de nombreux services. Déjà en 1856, le journal *le Life-Boat,* le recommandait vivement en citant plusieurs lettres d'officiers, attestant qu'ils avaient pu, avec ce système, amener des embarcations par des temps qui auraient rendu toute tentative impossible avec les moyens ordinaires. A cette époque, c'est-à-dire il y a onze ans, un certain nombre de bâtiments de l'État, de la Compagnie des Indes et de plusieurs Compagnies de paquebots, avaient adopté l'appareil Clifford.

Enfin, en 1859, l'institution des *Life-Boats* était en possession d'attestations, constatant que plus de 100 personnes avaient dû la vie à l'emploi de cet appareil, et décernait à M. Clifford un diplôme d'honneur.

Ce sont là des titres sérieux qui recommandent l'appareil Clifford à l'attention des constructeurs et des armateurs. Le jury de l'Exposition lui a décerné une médaille de bronze.

L'*appareil May* se compose de deux tenailles fixées aux pattes du canot. La queue de la mâchoire mobile est reliée à la queue fixe par une tige à mantonnet dont la saillie s'arrête sur un boulon. Un levier mis en mouvement par une corde, soulève le mantonnet, la tige s'échappe alors et la tenaille s'ouvre.

Les cordes de manœuvre des deux tenailles, protégées par un tube placé le long de la carlingue du canot, viennent se réunir sur une poulie fixée à l'épontille du banc du milieu. Il suffit de pousser légèrement un levier adapté à cette poulie pour faire jouer le mécanisme.

Cet appareil se rapproche du système à tenailles de MM. Brown et Level, auxquels ces inventeurs ont substitué, plus tard, le crochet articulé dont nous avons donné la description ; mais les cordes de transmission qui restent toujours en place, sont moins bien abritées que les tiges en fer de l'appareil américain. M. Rogers, inventeur d'un appareil, exposé dans un modèle de canot appartenant au *Trinity-House*, a voulu remédier à cet inconvénient en faisant courir les tringles de transmission, en abord, sous les bancs, pour aboutir à l'arbre central. Les tringles sont nécessairement doubles. Ce système, qui n'est même pas men-

tionné dans le catalogue de l'Exposition, ne paraît pas très-répandu et nous ne le signalons que pour mémoire.

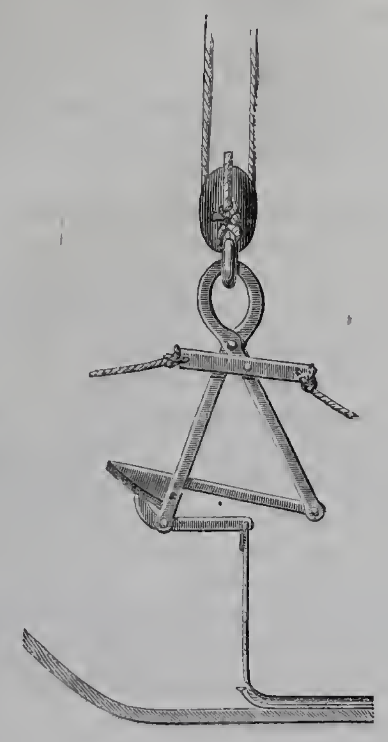


Fig. 21.

Au résumé, les deux systèmes de MM. Level et Brown, en Amérique, et Clifford, en Angleterre, paraissent seuls avoir donné dans la pratique de bons résultats. Nous ferons observer toutefois que les systèmes Clifford et Kynaston, ont un avantage précieux dans beaucoup de cas : cet avantage consiste en ce que, le canot, une fois à la mer, il ne reste rien en place de l'appareil. A bord des navires de guerre par exemple, où les embarcations ont à faire en rade un service très-actif, ce point est important.

On a reproché aux systèmes de décrochement de ne faciliter que la mise du canot à la mer et de ne pas servir à rehisser l'embarcation, opération plus difficile encore que la première lorsqu'il fait mauvais temps.

Ce reproche n'est pas fondé, attendu qu'il ne peut exister d'appareil spécial pour crocher simultanément les palans ou itagues destinés à hisser un canot, et que le mode de hissage à employer varie suivant le poids du canot et le monde dont on dispose.

Lorsqu'on amène un canot pour sauver du monde par très-grosse mer, que l'opération a réussi, que le canot revient avec les naufragés, il faut, le plus souvent, haler tout le monde à bord avec des cordes, de véritables va-et-vient, et se résigner à sacrifier le canot. On doit, avant tout, s'occuper de sauver les hommes sans risquer la vie d'un seul d'entre eux pour mettre à bord l'embarcation. Avant de regagner le navire, les derniers hommes peuvent amarrer, à l'avant et à l'arrière, deux faux bras qui restent en bande; puis une fois tout le monde en sûreté, on capelle ces faux bras dans les chaumards des porte-manteaux ou dans des poulies coupées, et l'on hisse en profitant des roulis. Si l'on réussit, tant mieux! sinon, c'est un canot perdu, et dans un pareil moment, en présence des hommes amenés sains et saufs à bord, cette perte ne provoque pas l'ombre d'un regret ;

le système de décrochement a fait son office, le canot a rempli son rôle. Au prochain port on en remettra un autre à sa place. Tout est donc pour le mieux. Nous croyons d'ailleurs que l'on perdrait inutilement son temps à chercher, en pareille matière, un système autre que la manœuvre usuelle.

Canot passerelle de MM. Hire et White. — Nous n'avons parlé jusqu'ici que des moyens de mettre à l'eau les canots en porte-manteaux. Il nous reste à parler d'une invention qui, bien qu'étrangère à l'Exposition, ne mérite pas moins d'être signalée.

Il s'agit cette fois de grandes embarcations de la dimension de celles généralement embarquées sur le pont des navires, et que l'on n'avait, jusqu'ici, aucun moyen de débarquer en mer pour peu que le temps fût mauvais.

L'invention est due à MM. Hire, capitaine de vaisseau de la marine anglaise, et White, constructeur de bateaux de sauvetage. Qu'on se figure un canot de sauvetage plus long que la largeur du navire, placé en travers sur les bastingages et reposant sur des chantiers à bascule autour d'un axe central ; en temps ordinaire, une passerelle est établie sur le bateau qui, en rade, remplace pour les besoins du service les canots tambours des steamers à roues.

Pour débarquer le canot, il suffit d'abaisser un panneau mobile du bastingage et de faire basculer le châssis, au commencement d'un roulis. Le canot glisse sur les rouleaux du chantier et file à la mer.

L'opération de la mise à bord se fait au moyen de deux potences. A la mer, sa réussite nous paraît problématique, sinon impossible. Toutefois, dans les naufrages, on n'a pas à se préoccuper de l'embarquement, et des canots disposés de cette manière rendraient de grands services.

« Cette idée, dit le capitaine de vaisseau, attaché à l'ambassade de France, à Londres, dans un rappport adressé au ministre de la marine, a beaucoup frappé l'amirauté anglaise. Elle y a vu, en germe, non-seulement une garantie sérieuse de sécurité pour les bâtiments qui portent des troupes au loin, mais encore un

Canot de sauvetage servant de passerelle

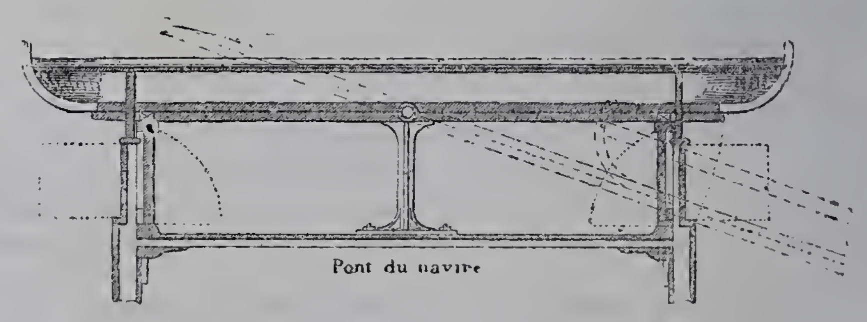


Fig. 22.

moyen d'opérer les débarquements en pays ennemi avec beaucoup plus de facilité et de sûreté. Il a été décidé en conséquence que le transport *Orontes*, recevrait un canot de sauvetage passerelle de 17 mètres de long, capable de porter 150 hommes avec 10 kilos de provisions par homme.

V

APPAREILS DIVERS.

Ceintures de sauvetage et flotteurs.

De tous les appareils de sauvetage, le plus important, celui qui est appelé dans l'avenir à rendre le plus de services, à sauver le plus d'existences sans excepter les life-boats et les porte-amarres, est la ceinture de sauvetage. On en a imaginé de toutes les espèces, plusieurs systèmes figurent même à l'Exposition universelle.

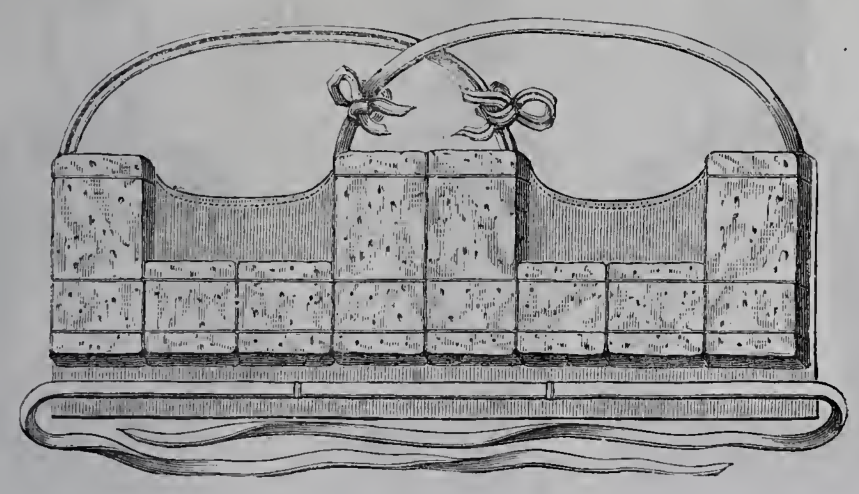


Fig. 23.

Ceinture Ward. La meilleure, à notre avis, est sans contredit celle du capitaine Ward, dont le grand modèle est représenté à la planche XLVII et dont la figure ci-jointe reproduit le petit modèle. Ce système a le double mérite de la simpli-

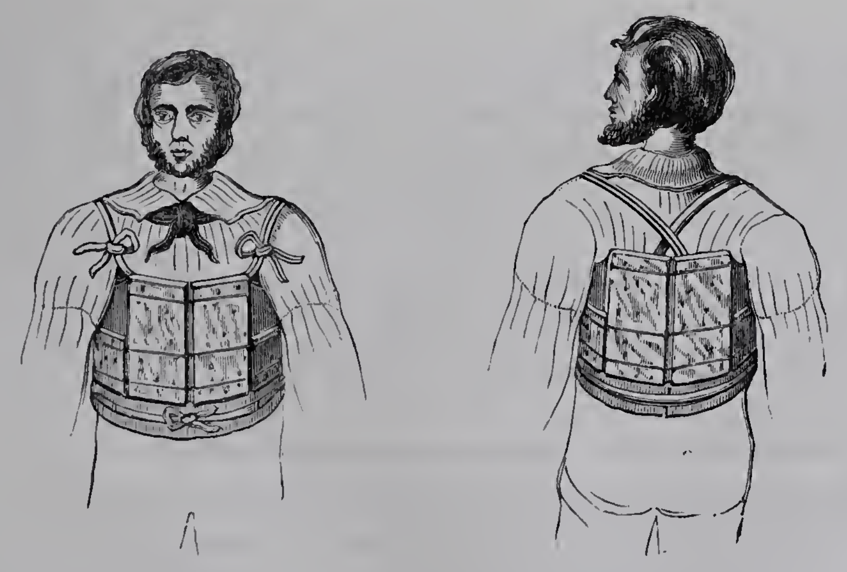


Fig. 24.

cité et du bon marché. Il se compose de plaques de liége cousues sur une bande de toile serrée à la ceinture et maintenue par deux bretelles. Le grand modèle,

qui supporte deux hommes, coûte 13 fr. 50; le petit modèle, 6 fr. 50. Les sociétés de sauvetage de tous les pays ont adopté la ceinture Ward pour les équipages de leurs embarcations[1]. Le *Board of trade* en a placé 2,000 sur les côtes; en France la Société centrale de sauvetage des naufragés cherche à en propager l'emploi parmi les marins et les pêcheurs. Les résultats déjà obtenus lui présagent un succès complet. La ceinture Ward a obtenu une médaille de bronze.

Ceinture Tisserant. La même distinction a été accordée à la ceinture Tisserant, adoptée par la marine impériale française et par la Compagnie générale

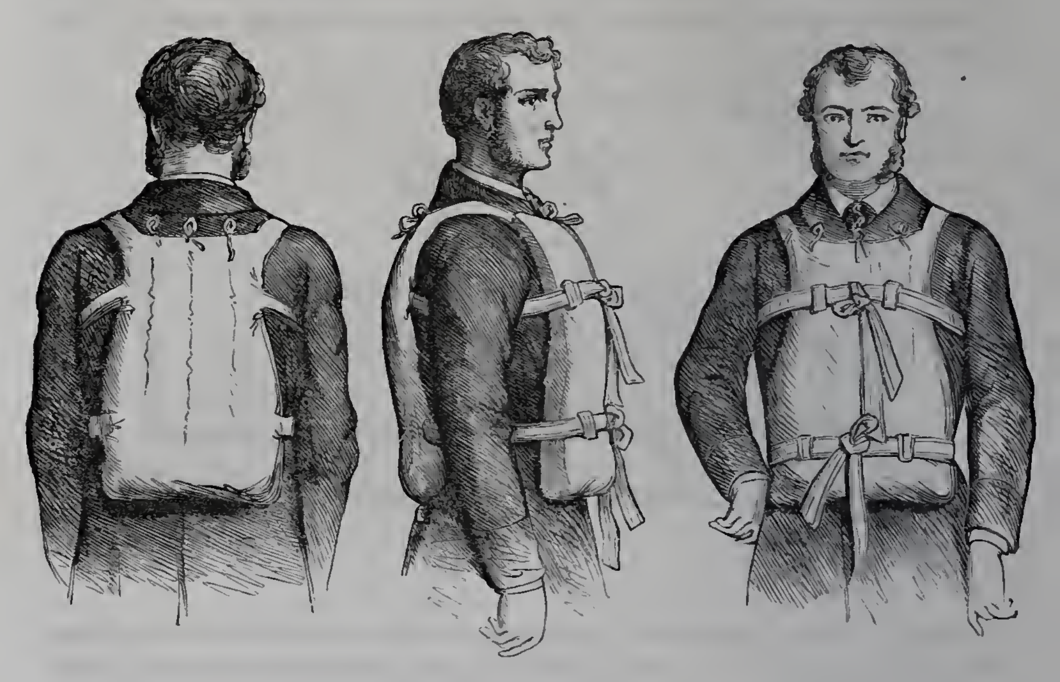


Fig. 25.

transatlantique. L'appareil se compose de rognures de liége renfermées dans deux plastrons à compartiments formés de toile recouverte d'un enduit imperméable inventé par M. Tisserant. Cette toile est elle-même recouverte d'une seconde enveloppe. Les deux plastrons sont serrés sur le corps à la ceinture et sous les bras ainsi que l'indique la figure que nous donnons comme complément de notre description. Les prix de ces ceintures sont : 20 fr. pour le grand modèle et 15 fr. pour le petit. L'inventeur les abaisse de gré à gré pour les marines militaires et pour les armements complets de navires, il les réduit à 13 fr. 50 et à 6 fr. 50 pour les établissements de secours et pour les pêcheurs.

Nous nous bornerons à citer les appareils exposés par MM. Conseil de Dunkerque et Coquelin du Vivier-sur-Mer. Le premier, déjà ancien, est incontestablement inférieur au système Tisserant et surtout au système Ward. Le second, bien qu'ayant obtenu une mention honorable, ne nous paraît pas d'une application pratique dans l'ordre d'idées où nous devons nous placer.

Flotteur de M. Charpy, lieutenant de vaisseau. Ce flotteur est désigné par son inventeur, sous la dénomination de porte-amarre. C'en est bien un en effet, en ce

1. Cette notice était déjà sous presse lorsque nous avons été informé qu'après avoir expérimenté la ceinture Tisserant, le gouvernement danois paraissait disposé à l'adopter pour l'armement de ses stations de sauvetage.

qu'il permet à un homme de porter une amarre à terre sans courir le risque d'être asphyxié par les brisants qui roulent sur sa tête. La ceinture de sauvetage soutient l'homme sur l'eau ; ordinairement cela suffit, parce qu'à une certaine distance de la plage la mer n'est pas tourmentée, et que le nageur peut se choisir un endroit convenable pour accoster ou attendre qu'une embarcation vienne le recueillir. Lorsqu'il s'agit de porter une amarre à terre, il faut, au contraire, de toute nécessité affronter les brisants pendant un assez long espace. L'appareil de M. Charpy est à la fois un flotteur et une machine à respirer. Il se compose d'une caisse à air en zinc contenant huit à neuf litres, que l'homme porte sur son dos comme un sac de soldat. Cette caisse communique avec l'air extérieur par un tuyau en caoutchouc de 60 centimètres de long, maintenu vertical au moyen d'une baguette en jonc. Ce tuyau est disposé de manière à ce que l'eau des lames, au-dessus desquelles il émerge habituellement, n'entre pas dedans. D'autre part la caisse communique avec la bouche du nageur par un second tuyau adapté à une embouchure en caoutchouc composée de deux plaques elliptiques et parallèles. Le nageur introduit la plus petite plaque entre ses dents et ses lèvres ; la plus grande s'appuie extérieurement sur les lèvres. Les deux plaques sont traversées par deux tubulures ; à l'une s'adapte le tuyau d'aspiration venant de la caisse à air, la seconde est munie d'une soupape laissant sortir l'air sans donner accès à l'eau. L'embouchure est maintenue par un cordon en caoutchouc passant derrière la tête. Un pince-nez nécessaire pour empêcher de respirer par le nez, complète l'appareil. L'inspiration se fait naturellement. Pour l'expiration le nageur doit serrer la tubulure qu'il tient entre ses dents afin de refouler l'air à l'extérieur par la soupape et non dans la caisse. On pourrait croire qu'il faut une certaine habitude pour faire ce mouvement machinalement. Il n'en est rien. Toutefois cet engin que M. Charpy a soumis à de nombreuses expériences comme appareil plongeur avec une pompe refoulant l'air dans la caisse, n'a pas été essayé par gros temps comme porte-amarre. Nous ne donnons donc ce système que comme une idée nouvelle, ingénieuse, mais dont on ne saurait affirmer l'utilité pratique avant que l'expérience ait prononcé en dernier ressort.

Flotteur Pignonblanc. Bien que ce flotteur ne figure pas à l'Exposition universelle, nous ne pouvons le passer sous silence en raison de sa simplicité et des services qu'il peut rendre. Il se compose d'une barrique vide dont la bonde est agrandie de manière à donner accès à un homme ; autour de ce trou on cloue une manche en toile que l'homme serre sous ses bras avec un morceau de bitord, afin d'empêcher l'eau d'entrer dans la barrique, lorsque les brisants sont très-forts. Pour donner de la stabilité à l'appareil on le leste au moyen d'une gueuse ou d'un morceau de fer quelconque suspendu par deux bouts de filin attachés par leur milieu aux extrémités du poids et venant s'amarrer sur la barrique. M. Pignonblanc rend compte de la manière suivante de l'expérience qu'il a faite lui-même de son système :

« Je me suis placé dans ma barrique, ainsi installée, à environ 200 mètres du rivage, sur lequel la mer brisait violemment. Je me suis approché des brisants peu à peu, par la dérive de ma barrique ; quand le premier brisant m'a attrapé, ma barrique s'est légèrement inclinée, mais s'est relevée aussitôt. Les deuxième et troisième brisants m'ont rapproché du rivage et le quatrième brisant m'a jeté à terre. Alors le morceau de fer a servi d'ancre et, au lieu d'être emporté par la lame, quand elle se retire, ma barrique est restée à sec et je suis débarqué de même.

« Dans cette barrique, on peut prendre des provisions, les conserver sèches et se reposer comme dans un hamac. »

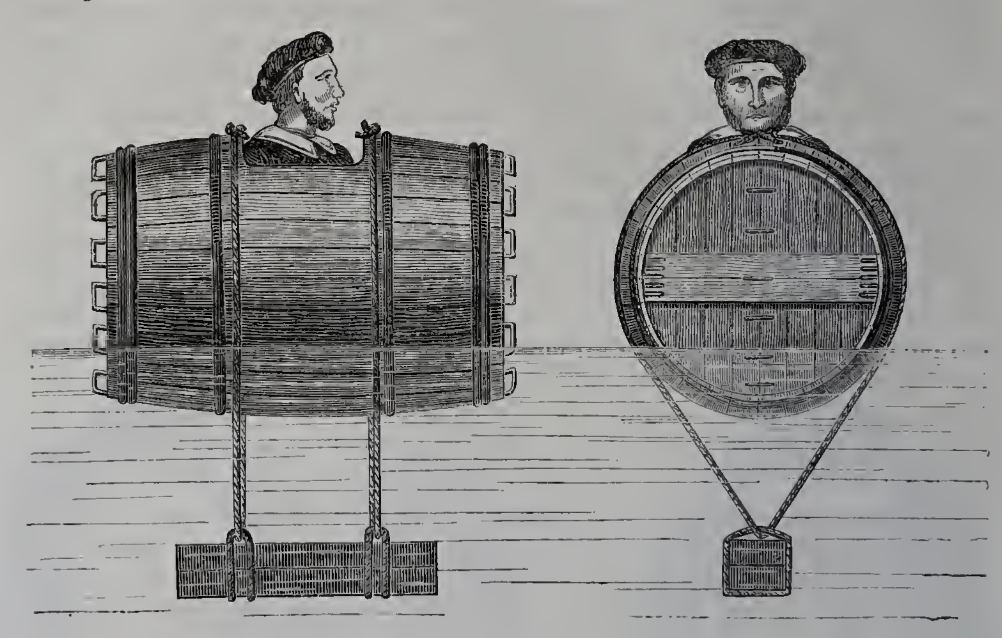


Fig. 26.

Un officier de marine nous a dit avoir employé ce moyen avec succès pour traverser une barre au Sénégal.

Ligne de sauvetage Torrès. — L'appareil imaginé par M. Torrès se compose, ainsi que l'indique le croquis ci-joint, d'une corde de 5 à 7 mètres, terminée à l'une de ses extrémités par une bouée en liége et par un œil, garnie dans toute sa longueuer de cabillots en bois. Son prix varie entre 4 fr. 50 et 7 francs, suivant les dimensions.

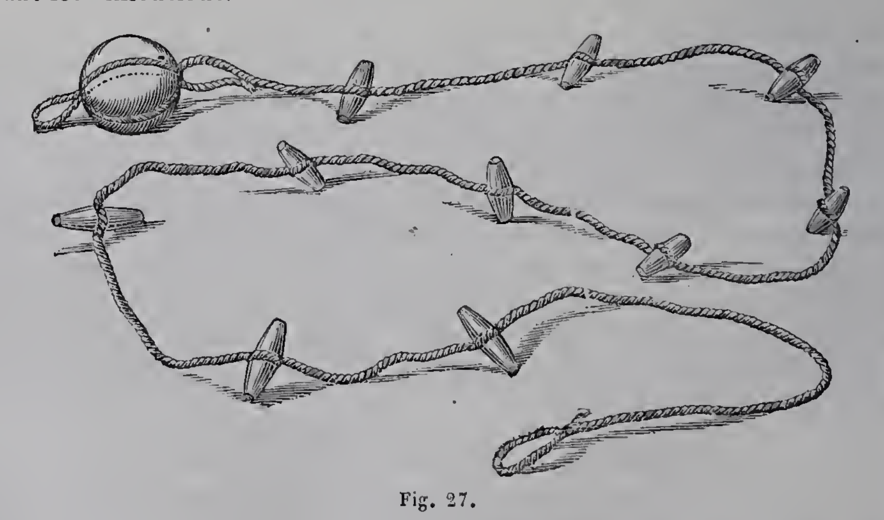


Fig. 27.

L'homme auquel il est lancé peut, à son gré, s'accrocher aux cabillots et se aire haler à terre, ou, s'entourant de la corde dont il capelle l'œil au premier cabillot, improviser une ceinture de sauvetage capable de le soutenir jusqu'à l'arrivée d'une embarcation.

Lorsque quelqu'un tombe à l'eau le long d'un quai, il peut se aire qu'aucune

amarre, aucun objet flottant ne se trouve à portée, et si le malheureux ne sait pas nager, il a le temps de se noyer pendant que l'on court chercher du secours. Il arrive parfois, dans les ports de la Manche et de l'Océan, que de braves douaniers, seuls témoins d'accidents de cette espèce, et n'ayant rien sous la main, retirent leur capote pour s'en servir en guise de corde. Mais parfois aussi l'homme est trop éloigné du bord ou la hauteur du quai est trop grande, et ce moyen devient insuffisant.

C'est pour parer à cette absence de moyens de secours que M. Torrès, habitant du Havre, a imaginé l'appareil en question. Mais cet appareil peut être également utile dans les ports fluviaux et à bord des navires, en servant à amarrer et à soutenir des hommes qui se jettent à l'eau pour en secourir d'autres.

Il existe déjà environ 310 de ces lignes réparties sur une dizaine de points de notre littoral par les soins des chambres de commerce et de la Société centrale de sauvetage. Au Havre seulement, 60 personnes leur ont dû la vie, dans l'espace de moins d'une année. On s'étonne qu'en présence des accidents si nombreux, dont les ports sont le théâtre, et du prix modique de cet engin, il n'y ait encore en France que dix ports dont les quais en soient pourvus. M. Torrès a succombé, il y a quelques mois, victime d'un accident. Par son appareil si simple, auquel tant de personnes devront la vie, il s'est acquis une place parmi les modestes bienfaiteurs de l'humanité, dont le nom, désormais attaché à une invention utile, est répété d'âge en âge. Le comité de la Société centrale de sauvetage des naufragés a voulu payer à sa mémoire un tribut de reconnaissance, en faisant frapper une médaille d'argent que S. Exc. M. l'amiral, président de la Société, a adressée à la veuve de M. Torrès.

Ancre flottante. L'ancre flottante déjà mentionnée dans les accessoires des canots de sauvetage, mérite une mention spéciale (fig. 18, pl. XLVII). C'est un cône en toile à voile ouvert à ses deux extrémités, et muni de deux cordes. Mis à la traîne derrière une embarcation et halé par la grande base, le cône se remplit d'eau et fait l'effet d'une retenue qui maintient l'arrière du canot de bout à la lame ; halé au contraire par sa petite base, il s'aplatit et n'offre plus de résistance. Toutes les embarcations naviguant par gros temps, tous les bateaux de pêche devraient être pourvus de ce précieux appareil que le premier voilier venu peut confectionner. Bien des sinistres seront évités lorsque son emploi sera généralisé.

Soins à donner aux naufragés. — *Respiration mécanique des docteurs Marshall-Hall et Silvester.* — *Laryngoscope du docteur Delabordette.* — Ce n'est pas de la médecine que nous entendons faire ici, nous parlerons seulement de soins que tout le monde peut donner et que sur le bord de la mer tout le monde devrait savoir donner, car l'asphyxie exige de prompts secours et le médecin arrive souvent trop tard. Les méthodes de respiration mécanique des docteurs Marshall-Hall et Silvester marquent un progrès considérable dans l'art de soigner les asphyxiés. Auparavant, le seul moyen de rétablir la respiration, lorsqu'elle avait complétement cessé, consistait à souffler de l'air dans les poumons, opération délicate à laquelle un homme de l'art pouvait seul procéder sans danger. En son absence, on devait donc se borner à échauffer, frictionner, etc., moyens très-insuffisants lorsque le cas était grave. Il est reconnu maintenant par de nombreuses expériences que l'on peut rétablir la respiration, soit en plaçant alternativement le noyé sur le côté et sur la poitrine, c'est le procédé Marshall-Hall; soit en provoquant les mouvements de dilatation et de compression de la poitrine par l'élévation et l'abaissement successif des bras. Ce second procédé imaginé

par M. Silvester, paraît plus efficace que le premier et figure seul dans les instructions de la Société centrale française.

Les boîtes de secours de cette institution ont été complétées dernièrement par un instrument inventé par M. le docteur Delabordette, de Lisieux. Introduit dans la bouche généralement fermée et contractée des asphyxiés, cet instrument ouvre une large voie par laquelle l'air peut entrer dans les poumons et donne plus d'efficacité aux efforts tentés pour rétablir la respiration.

VII

PUBLICATIONS RELATIVES AU SAUVETAGE DES NAUFRAGÉS.

Ces publications sont de deux expèces : les livres et les ouvrages paraissant périodiquement. Les premiers sont au nombre de deux, *le Guide pratique du sauvetage*, de M. Conseil, et *les Naufrages et les Sauvetages*, de M. de La Landelle. Les ouvrages périodiques comprennent les statistiques des naufrages et les revues publiées par les Sociétés de sauvetage de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne.

Le Guide pratique du sauvetage, de M. Conseil. — Ce livre a été publié en 1864 par M. Conseil, capitaine au long cours, qui s'est signalé par de nombreux sauvetages. Il renferme des renseignements utiles surtout en ce qui concerne la manœuvre et le matelotage. M. Conseil n'a pas de prétentions littéraires. Son but a été simplement de rendre service aux marins; il l'aurait mieux atteint en réduisant son manuel. Dans son désir d'indiquer les moyens de secours pour tous les cas possibles, il a tellement multiplié les appareils, les inventions, que, sans s'en apercevoir, il tend à armer les navires beaucoup plus pour sauver leurs équipages que pour naviguer et faire le commerce, et à proposer des moyens de sauvetage d'une efficacité douteuse. Il nous paraît être beaucoup plus dans le vrai lorsqu'il insiste sur la nécessité d'apprendre à tous les marins à se servir des nombreux objets qui se trouvent à bord pour se mettre à l'abri du danger. Il y a à ce sujet une ignorance et une insouciance très-regrettables. L'instruction nautique devrait comprendre ces matières, et un temps viendra, nous n'en doutons pas, où les idées de M. Conseil à cet égard seront mises en pratique. Il est, à notre connaissance, le premier qui les ait nettement formulées et l'honneur lui en reviendra.

Naufrages et sauvetages, de M. de la Landelle. — Tout le monde a lu les romans maritimes de M. de la Landelle et les premiers volumes de son *Tableau de la mer*. C'est une bonne fortune pour la cause des naufragés d'avoir un tel propagateur. On a écrit bien des histoires de naufrages, récits toujours émouvants, mais sans utilité pratique. M. de La Landelle est sorti des sentiers battus. En racontant les naufrages, il les étudie au point de vue du sauvetage. Il a trouvé moyen de donner ainsi un intérêt saisissant à un traité que son sujet même devait rendre aride, et à répandre dans le public des notions qui ne lui sont encore que trop étrangères. Ce livre renferme en outre des renseignements historiques très-précieux, inconnus pour la plupart, sur les institutions et les inventions qui se rapportent au sauvetage sur mer.

Statistiques des naufrages. — Les travaux de cette nature sont d'une importance incontestable; ils servent de guide dans l'étude et l'organisation des moyens de secours. Depuis 1855, le *Board of trade* publie chaque année une statistique

faite avec un très-grand soin et accompagnée de cartes indiquant les naufrages et les postes de secours.

En France, la Société centrale a dû entreprendre un travail analogue dès l'origine de sa constitution afin de déterminer d'une manière rationnelle l'emplacement de ses stations. Le premier volume, comprenant les résultats des années 1862, 1863, 1864 et 1865, a paru l'année dernière, et désormais une statistique semblable paraîtra tous les ans.

Le *Lloyd* anglais a publié pour la première fois cette année une statistique générale des navires perdus sur toutes les mers du globe. Bien que nécessairement incomplète, cette étude fournit d'utiles indications au point de vue des moyens de secours qui peuvent rendre le plus de services à bord des navires.

Le journal *le Life-Boat* est la première revue qui ait paru, ayant pour objet unique le sauvetage des naufragés et les moyens à employer pour diminuer les dangers de la navigation. Fondée en 1852 par la Société anglaise des *Life-Boats* sous la forme d'une publication trimestrielle, elle compte aujourd'hui quinze années d'existence et forme trois gros volumes. C'est assurément le manuel du sauvetage le plus complet que l'on puisse imaginer. Toutes les inventions anciennes et récentes y sont décrites et discutées. Bien que nous étudiions ce recueil depuis près de deux ans, nous ne l'ouvrons jamais sans y découvrir quelque nouveau et utile renseignement. Cette publication a eu une influence considérable sur le développement des institutions de secours en Angleterre.

Les *Annales du sauvetage* ont commencé à paraître mensuellement depuis le 15 janvier 1866, et formeront, à la fin de 1867, deux volumes in-8°, de plus de 400 pages. Ce recueil est publié par la Société centrale de sauvetage des naufragés, sous la direction d'une commission prise dans le sein du comité d'administration de cette Société.

La *Hansa*, journal traitant les questions maritimes, paraît tous les huit jours à Brême; elle est l'organe de la Société de sauvetage allemande, qui se réserve dans chaque numéro quelques pages pour y développer les questions intéressant son œuvre.

On voit d'après ce court résumé que les trois grandes sociétés de sauvetage existant actuellement ne négligent pas d'entretenir périodiquement le public des intérêts qu'elles représentent.

VIII

CONCLUSION.

Nous avons passé en revue les institutions et les œuvres de sauvetage ainsi que les appareils et les inventions destinés à secourir les hommes à la mer. Il nous reste maintenant à jeter un rapide coup d'œil sur le côté moral du mouvement humanitaire dont les résultats ont été enregistrés un à un dans ces pages.

Il est incontestable qu'à tous égards cette question du sauvetage des naufragés a fait d'immenses progrès depuis quinze ans, progrès en ce qui concerne les appareils, progrès dans les esprits et dans l'opinion, et cela dans tous les pays maritimes; il y a quinze ans, la Société des *Life-Boats* représentait seule dans le monde la cause des naufragés. Ses ressources totales pour l'année 1850 ne dépassaient pas 20,000 francs sur lesquels la bienfaisance publique avait fourni à peine 12,500 francs. En 1866, cette même Société a reçu plus d'un million. Deux grandes sociétés se sont formées récemment : l'une, la Société française, a réuni en deux ans un capital de 700,000 fr. et des ressources annuelles importantes, tandis que la Société allemande a obtenu des souscriptions annuelles dont le

chiffre atteint presque celui des souscriptions annuelles de la Société anglaise. En Hollande, la Société de sauvetage a été reconstituée. Les côtes si dangereuses du Danemark se sont couvertes de stations de sauvetage. Tout cela est l'œuvre de ces dernières années ; tout cela, sans en excepter l'organisation danoise, est l'œuvre de l'initiative privée; tout cela est une manifestation de ce sentiment de charité qui jette dans notre siècle un si vif éclat, qui s'attache non plus seulement à soulager, mais à prévoir. La prévoyance, tel est le caractère distinctif et véritablement moderne de ce sentiment. Le courage et le dévouement ne sont pas l'apanage d'une seule génération ; de tout temps, dans tous les pays, les hommes ont exposé leur vie pour secourir leurs semblables, et, sous ce rapport, nous croyons fermement que nous ne valons pas mieux que nos pères et que nos fils ne vaudront pas mieux que nous. Mais les hommes, instruits par l'expérience des générations qui les ont précédés, ont enfin compris que le courage et le dévouement sont le plus souvent impuissants lorsque la prévoyance ne les seconde pas. Or l'œuvre du sauvetage est éminemment une œuvre de prévoyance. Jusqu'ici, c'est elle-même qui prépare les moyens de salut dont se servent les sauveteurs pour porter secours aux équipages naufragés. Un jour viendra où les marins auront appris par l'exemple, par les enseignements des sociétés de sauvetage à être prévoyants eux-mêmes. L'Exposition de 1867 a permis de constater le développement inespéré des institutions des secours pour les naufragés. Ce développement n'est qu'à son début et lorsqu'une solennité de ce genre rassemblera de nouveau tous les produits de l'intelligence et du génie, on reconnaîtra, nous l'espérons, que la question a fait de nouveaux progrès et l'humanité de nouvelles conquêtes sur les fléaux qui luttent incessamment contre elle.

J. DE CRISENOY.

VI

TISSUS

PAR **M. EUGÈNE PARANT**, Fabricant de tissus.

(Planche LVII.)

II

FILATURE ET TISSAGE.

SOIE.

La *soie*, avons-nous dit, est donnée toute filée par la nature, qui a pris pour instrument de cette production un insecte, une chenille : le ver à soie.

M. le docteur Auzoux expose dans la classe 12 un ver à soie en carton, dix-sept cents fois plus gros que nature. Tous les organes du précieux insecte sont représentés avec soin ; et il est facile de se rendre compte du travail en examinant toutes les pièces détachées que l'on déplace et replace à volonté.

Avant d'entrer dans les détails nécessaires à faire comprendre par quel moyen Dieu a fait filer la soie par le petit être qui nous la donne, nous ferons l'historique de la soie.

Le ver à soie, nommé *Bombyx* par les savants, et *Magnan* par les producteurs du Midi, est d'origine chinoise. (Le mot *magnan*, de *magnus*, à cause des dimensions du ver.)

2698 ans avant Jésus-Christ, l'impératrice Loui-tsée, femme de Hoang-ti, inventa la sériciculture (art d'élever le ver à soie), et les moyens de filer la soie, ainsi que d'en faire du tissu. La reconnaissance de ses peuples la divinisa sous le nom d'*Esprit des mûriers et des vers à soie*.

Des momies recouvertes de soie retrouvées en Égypte prouvent que les Égyptiens connaissaient la soie et savaient l'appliquer.

C'était de la Sérique, contrée de l'Inde au delà du Gange, que, du temps de Pausanias, l'Europe tirait la soie. C'est du nom de cette contrée que le fil fut appelé, par les Romains, *sericum*, dont nous avons fait le mot *soie*.

Les écrivains qui se sont occupés de chercher l'origine de la soie concluent tous que l'Inde et la Perse, qui ont fait connaître la soie en Europe, l'ont eue de la Chine.

Les Romains connurent la soie par leurs conquêtes.

Héliogabale fut le premier empereur qui se vêtit d'habits de pure soie. Aurélien refusa une robe de soie en s'écriant : « Jupiter me préserve de donner tant d'or pour si peu de fil. » Il faut dire qu'à cette époque le prix de la soie égalait le prix de l'or. Aujourd'hui, il représente encore le prix de l'argent.

Justinien voulait naturaliser la soie en Éthiopie. Ce fut sous son règne que deux moines vinrent à sa cour, arrivant de l'Inde, apporter des œufs de vers à soie que, durant le voyage, ils avaient cachés dans des cannes de bambou. Il faut croire que les mûriers étaient cultivés dans le pays, car la nourriture du ver est la feuille de cet arbre.

Ces religieux enseignèrent l'art de faire éclore les vers, de nourrir l'insecte, de dévider les cocons et de tisser la soie. Il faut convenir qu'ils étaient bien instruits. De nos jours, les moines n'en savent pas autant.

Justinien encouragea si bien cette industrie qu'elle devint la principale source de richesse de son empire.

Ce fut des bords du Bosphore que, dès lors, les rois du moyen âge et les grands personnages de cette époque tirèrent leurs étoffes. Le manteau de Charlemagne, l'oriflamme de saint Denis vinrent de Constantinople.

De Constantinople, les mûriers et les vers à soie se répandirent en Grèce, et la Morée tire son nom du grand nombre de mûriers qui poussaient sur son sol.

Au XI[e] siècle, Roger, prince du sang de Sicile, ayant conquis la Morée, importa à Palerme la fabrication de la soie.

Plusieurs siècles auparavant, l'Espagne recevait les mûriers des Maures.

Olivier de Serres reporte l'introduction des mûriers en France, au temps du règne de Charles VIII.

Ce roi ayant, en 1494, fait un voyage à Naples, des gentilshommes de sa suite y remarquèrent la richesse de la soie, et, à leur retour en France, voulurent pourvoir leurs maisons de mûriers ; cependant Louis XI avait fait venir à Tours des ouvriers tisseurs d'Italie qu'il logea dans son parc de Plessis.

Le tissage de la soie avait pris du développement en France avant que la soie n'y fût cultivée, et longtemps encore, malgré les encouragements, il en fut de même ; sous Louis XII on n'employait que des soies italiennes et espagnoles. Les manufactures de tissus de Lyon devaient leur établissement à des Florentins et à des Lucquois, repoussés de leur patrie par les querelles des Guelfes et des Gibelins.

Henri II fut le premier roi qui porta des bas de soie, et ordonna de planter des mûriers.

Ces ordres restèrent sans effet.

Sous Charles IX, un jardinier nommé *Trancat* fit plus pour la propagation des mûriers que les édits des monarques. En 1564, il établit à Nîmes une pépinière de mûriers, et en planta dans le Midi quatre millions de pieds.

Olivier de Serres tira des pépinières de Trancat les mûriers qu'il planta dans sa terre du Pradel.

Olivier, d'après les ordres du roi, porta à Paris 20,000 mûriers qu'il fit planter dans le jardin des Tuileries où il établit une vaste magnanerie (*magnanerie*, de *magnan*). Cette magnanerie tomba quand Henri IV mourut. Ce roi fournissait de mûriers aux généralités de Paris, d'Orléans, de Tours, de Lyon.

Quoique sous le règne de Louis XIII la culture des mûriers et l'éducation des vers à soie ne fussent pas favorisées, la fabrication des étoffes de soie prit un grand développement à Lyon, à Tours et quelques autres pays. La soie venait toute filée d'Espagne, d'Italie, du Levant. Cette importation de la soie filée occasionnait une grande exportation de numéraire.

Un grand ministre, *Colbert*, né et élevé à Reims, comprit cette position, il connaissait la fabrication des tissus et savait que la soie devait jouer un rôle immense dans la production.

Colbert fit établir des pépinières royales de mûriers dans le Berry, l'Angoumois, l'Orléanais, le Poitou, le Maine, la Franche-Comté, la Bourgogne et le Lyonnais en accordant des primes aux propriétaires dont les plantations prospéraient.

Le même ministre, désireux d'employer les soies produites, fit venir de Bologne un ouvrier habile nommé *Benay*, qui fit sa fortune en dotant la France de l'industrie du filage.

Cette industrie allait prospérant, et promettait de prendre une grande extension, quand arriva la révocation de l'édit de Nantes, et bientôt la France ne produisit plus qu'une faible portion de la soie nécessaire à ses manufactures de tissus ; la plupart des sériciculteurs étaient protestants et émigrèrent.

En 1763, sur l'initiative d'un célèbre agronome, nommé *Thomé*, la culture des mûriers redevint prospère en France, et, depuis, la sériciculture n'eut plus d'empêchement.

Cependant, depuis quelques années, une terrible maladie s'est abattue sur les vers à soie, et notre belle Provence est encore sous le coup de l'épidémie dont la science étudie les causes ; déjà M. Pasteur *promet* de guérir le mal.

En attendant, les éducateurs, en achetant les graines du Japon, arrivent à produire de bonnes soies ; mais les prix sont toujours élevés, ce qui prouve une rareté dans la production ; et les soies se sentent de leur origine exotique, car il faut le dire à la louange des vers indigènes, nul autre ne les vaut.

En présence de cette obligation de tirer de l'étranger les œufs qui doivent nous donner de bons vers, quoi penser d'une note du *Moniteur universel* qui apprend que les étrangers obtiennent de bons vers et de bonnes soies avec nos œufs? Ne pourrait-on pas en conclure qu'il y a à chercher la solution du problème ailleurs que dans la race elle-même? La science nous le dira.

Voici la note du *Moniteur universel*, portant la date du 26 juillet 1867 :

« On écrit de *Quito*, le 15 juin :

« L'industrie des vers à soie, introduite dans l'Équateur depuis quelques années seulement, commence à donner les résultats les plus prospères, et tout porte à croire qu'elle deviendra bientôt pour ce pays un élément nouveau de prospérité.

« Les premières plantations de mûriers, dans les régions des Andes équatoriales, remontent à huit années, époque à laquelle on commença à faire venir des graines de France. Les premiers envois de graines de l'Équateur en Europe eurent lieu en 1865. Une centaine d'onces expédiées en France y arrivèrent en parfait état, bien que la caisse fût restée pendant tout le mois de janvier à Guayaquil, soumise à une température de 34 à 36 degrés, et les graines furent trouvées d'une excellente qualité.

« Il est permis, dès aujourd'hui, d'affirmer que les régions de l'Équateur sont éminemment favorables à la sériciculture ; que la production, comme la végétation, y est constante ; que le cocon n'éclôt que l'année suivante de son arrivée en France ; que le prix courant de la graine expédiée sera de 20 à 25 francs l'once, et qu'enfin le ver à soie grandit ici plus vite, plus facilement, bien que sa nourriture soit de moitié moindre, soit à cause de la qualité supérieure des feuilles, soit plutôt à cause de la nature de l'air qui favorise son développement. Ajoutons que, jusqu'à présent, la maladie des vers à soie, qui sévit sur tant d'autres points, est inconnue ici.

« Les mûriers plantés jusqu'à présent dans l'Équateur ne s'élèvent guère encore qu'à 5 ou 600,000 : mais ce chiffre s'accroît chaque jour avec rapidité.

« Les résultats qu'ont donnés jusqu'ici les premiers essais ont exalté l'ardeur des propriétaires, et il est probable que les pieds d'arbres se compteront par millions d'ici à peu d'années.

« Il faut, sans doute, dans l'Équateur comme dans les autres républiques de l'Amérique du Sud, faire la part des révolutions qui viennent parfois troubler momentanément les travaux de la campagne par l'enlèvement des bras, et arrêter les progrès de l'agriculture ; mais ces crises sont, ici du moins, généralement courtes.

« En dehors de cela, toutes les conditions semblent réunies pour favoriser

l'industrie nouvelle. On trouve, à peu de distance de Quito, des terres basses et moins froides, qui conviennent merveilleusement à ce but, et que le gouvernement abandonne à fort bon marché. De plus, la main-d'œuvre se paye à peine aux Indiens quelques centimes par jour.

« En résumé, et si ces premiers essais tiennent leurs brillantes promesses, l'Équateur est dès à présent en possession d'une nouvelle source de fortune bien préférable aux découvertes de l'or, et qui est d'autant plus précieuse pour le pays, qu'elle y attirera une émigration étrangère calme et laborieuse. Quant à la France, elle y gagnera également l'abondance d'un produit de première nécessité qui, au lieu de renchérir et de diminuer, comme on craignait, lui sera offert en grande quantité par les plantations de l'Équateur. »

Il est un fait, c'est que dans l'industrie tous ceux qui font subir une transformation à la matière s'inquiètent peu de l'origine de cette matière jusqu'au moment où elle arrive entre leurs mains ; l'essentiel est que, toutes choses égales d'ailleurs, le prix soit avantageux. Mais quand celui qui fait subir une transformation est celui qui extrait la matière de la nature, il y a péril pour lui à ce que l'étranger produise à un prix plus bas. C'est pourquoi il est temps que les vers à soie français reprennent la santé, la vigueur, sans quoi bientôt l'art du sériciculteur français aura vécu.

Le tissage français aura longtemps le premier rang, mais les producteurs de soie le perdront quand Quito l'aura pris.

Les fils et les tissus de soie figurent à l'Exposition universelle de 1867 dans la classe 31. Voici ce que disent du mouvement de la soie en France les membres du comité d'admission de cette classe :

« L'importation de toute provenance des œufs de vers à soie, cocons, soies gréges et moulinées, bourre de soie en masse et filée, frisons, a été, en 1865, de 297 millions.

« L'exportation des mêmes articles a été de 126 millions. »

On voit, par là, que l'industrie de la soie peut être développée en France, et que le producteur trouvera un débouché dans le pays même. On ne saurait trop accroître la culture du mûrier.

Les membres du comité d'admission ajoutent :

« L'importation des tissus de soie et de bourre de soie, rubans compris, de toutes provenances, a été, en 1865, de 10 millions.

« L'exportation des mêmes articles a été de 400 millions. »

Ces faits prouvent en la faveur de nos produits tissés.

Deux choses sont à étudier dans la production de la soie ; ce sont :

LA PLANTATION DU MURIER, L'ÉDUCATION DES VERS.

Il n'y a guère que la feuille du mûrier qui, comme nourriture, convienne aux vers à soie. La feuille de scorsonère ou salsifis, cependant, leur est aussi avantageuse. Mais si le salsifis n'est pas difficile à élever, il présente un inconvénient, c'est que, pour le cultiver, il faut une grande étendue de terrain.

M. le docteur Auzoux, avons-nous dit, expose un ver à soie considérablement grossi, qui se démonte à volonté. C'est en l'examinant que l'on peut connaître cet insecte.

Le bombyx, à l'état de chenille, présente un corps recouvert d'une peau lisse et molle.

Les organes du tact sont les antennes.

Les yeux sont placés de chaque côté de la tête où ils apparaissent sous forme de points noirs. Ils sont, chez les chenilles, dans un état imparfait, et ils se perfectionnent à mesure que l'insecte subit des transformations; ils deviennent brillants chez les chrysalides, et lorsque l'insecte devient papillon, les yeux sont si bien formés, que des observations ont constaté trente mille facettes dans un œil.

Pour la locomotion, le ver à soie a trois paires de pattes sous la tête. Les muscles qui font agir les pattes sont complets, comme dans les mains. Les pattes peuvent se rallonger, se raccourcir; elles se terminent en crochets qui permettent au ver à soie de marcher même les pieds en l'air.

Le long du corps de l'animal, sous le ventre, sont quatre paires de pattes qui, plus larges que les trois autres paires, sont aussi garnies de crochets ; aussi un ver a une telle puissance dans ses quatorze pattes, que lorsqu'il tient un objet il est plus facile de rompre l'insecte que de le séparer de cet objet.

De chaque côté du corps du bombyx, se trouvent neuf taches noires. Ce sont des ouvertures par lesquelles s'effectue la respiration. Elles correspondent aux trachées intérieures de l'insecte. En privant l'animal de sa respiration, on l'asphyxie; une expérience démontre que le ver est étouffé lorsque les ouvertures dont nous parlons sont bouchées. En y promenant un pinceau imprégné d'huile, on voit le ver d'abord mal à l'aise, puis, se dressant, tomber et mourir.

La tête est garnie d'une mâchoire qui occupe le milieu, près de l'organe par où s'échappe la soie filée.

La peau du ver se change quatre fois pendant l'existence du bombyx; chaque fois que le ver mue, il a accompli un âge.

Quand on examine l'intérieur, on remarque l'œsophage, l'estomac qui occupe une place notable dans le corps de l'animal ; les intestins qui vont de l'estomac au sac où s'accumulent les déjections en attendant leur sortie par l'orifice inférieur. L'intestin grêle suit les intestins en se repliant en serpentin.

Deux organes essentiels, l'un d'un côté, l'autre de l'autre côté de l'estomac, servent à sécréter le liquide gommo-résineux qui, plus loin, donne la soie. En passant, au sortir de ces vases, dans une série d'organes qui l'affinent et la tordent, la matière soyeuse se rend à la filière placée auprès de la mâchoire, et sort à l'état de fil. D'où il résulte que le fil de soie tel que la nature le livre, est composé de deux fils. Nous verrons plus tard, quand nous parlerons des finesses des fils, quelle est la merveille dont le ver à soie nous dote. Disons seulement que cet insecte est un instrument parfait.

On a cru longtemps qu'après la réunion des deux fils liquides formant la soie, la forme solide et l'insolubilité étaient acquises au fil par le contact de l'air; M. le docteur Auzoux a découvert une glande qui, selon lui, sécrète un liquide qui donne à la soie ces propriétés. Nous admettons ce que dit le savant anatomiste, d'autant mieux que la présence de la glande se trouve ainsi justifiée ; mais il est à notre connaissance que, à Brousse, on obtient une grosse soie pour la pêche à la ligne en cassant en deux les vers-à-soie et en étirant à la main la gomme qui, au contact de l'air, devient solide et insoluble.

La composition chimique de la soie est sur 100 parties :

Carbone	50.59
Hydrogène	3.94
Oxygène	34.14
Azote	11.33
	100.00

« C'est à tort que des inventeurs pensent faire de la soie de toutes pièces en

filant les fibres désagrégées des feuilles du mûrier. Il est démontré, par les savants, que la nature des feuilles de mûrier n'est pas celle de la soie, circonstance qui, seule, suffit pour démontrer l'utopie.

Voici, d'après M. de Gasparin, la composition de la feuille du mûrier :

Eau (humidité)	68 »	100
Carbone	13.72	
Hydrogène	1.76	
Oxygène	13 »	
Azote	1.58	
Cendres	1.94	

Le ver à soie subit quatre transformations pendant les 45 à 50 jours de sa vie : 1° Le *ver* proprement dit; 2° la *fève* ou *chrysalide;* 3° le *papillon* de qui sortent 4° l'*œuf*; puis la mort. Les œufs s'appellent aussi la *graine*. Les œufs forment une nouvelle chenille qui subit les mêmes changements.

1re *règle*. Il y a quatre règles à observer pour l'éclosion des vers. Avoir de bons œufs, de bonne graine. Pour avoir de bons œufs, il faut les obtenir soi-même (ce qui ne peut avoir lieu qu'à la deuxième éducation), car les marchands d'œufs ne sont pas toujours consciencieux, et livrent souvent des graines avariées et même des graines qui ont déjà été couvées.

Il faut acheter la graine pendant l'hiver. Les œufs de bombyx ne craignent pas le froid. Des œufs qui ont été conservés à la gelée n'ont perdu que huit jours à l'éclosion.

Les œufs de bonne qualité sont gris cendré, légèrement incarnat. Il faut bien se garder d'acheter ou de mettre à l'éclosion des œufs blancs : ils n'ont été que peu ou point fécondés; ils n'ont pas de germe. Les bons œufs doivent craquer comme un pou quand on les presse contre les deux ongles. Les œufs *morfondus* sont aplatis, sans couleur et ne craquent pas.

Les bons œufs sont plus denses que les mauvais. Un moyen efficace de reconnaître de bons œufs est de plonger la graine dans une eau légèrement dégourdie, dans de l'eau tiède; les bons se précipitent au fond, les autres restent à la surface.

En n'essayant pas les œufs, on peut se tromper de 50 0/0, et n'avoir que le produit de la moitié des œufs nés viables. Les vers provenant de l'autre moitié pourront ne vivre que jusqu'à lá moitié de l'existence d'un ver qui doit filer; et dans le laps de temps écoulé entre l'éclosion des œufs et la mort des vers imparfaits, on aura dépensé le double de feuilles de mûrier que l'on aurait employées pour la moitié qui doit continuer à vivre, ce qui serait une perte réelle. Il faut donc essayer les œufs pour avoir de bons vers.

2e *règle*. Proportionner la quantité des œufs à faire éclore à la quantité des mûriers que l'on possède.

Il ne faut pas élever plus de bétail qu'on n'en peut nourrir. Il ne faut pas faire éclore plus de vers qu'on ne peut en nourrir avec les feuilles dont on dispose et dont on pourra disposer.

Si, lorsque l'éducation de toute la quantité des vers est à moitié terme, on s'aperçoit que la quantité de feuilles que l'on avait est mangée aux trois quarts, il faut jeter : 1° la moitié des vers que l'on a employés de trop; 2° la moitié qui reste de l'autre partie afin de pouvoir mener à terme le quart des vers. Cet exemple est exagéré; mais il est donné comme raisonnement. Si tout d'abord on avait bien établi son calcul, on eût jeté avant l'éclosion la moitié des œufs, en considération de ce que la feuille dont on dispose ne pouvait nourrir que la

moitié des vers : on ne serait pas plus tard contraint de se priver d'une moitié de son revenu.

La règle généralement indiquée par l'expérience est celle-ci. Pour nourrir les vers de 32 grammes de graines, il faut 1,000 kilogrammes de feuilles (2,000 livres de feuilles pour une once d'œufs). Pour peser la graine, on la fait préalablement sécher.

Dans 32 grammes de bonnes graines, il faut de quoi faire 45 ou 50,000 vers. Il ne faut pas choisir, sous l'apparence d'économie, des graines qui, sous un poids minime, procurent de grandes quantités d'œufs. Si 32 grammes de graines donnaient 60,000 œufs, il y aurait dans cette once au moins 20,000 œufs qui ne donneraient pas de bons vers. D'ailleurs, l'essai à faire est l'immersion.

C'est pour 45 à 50,000 vers, de l'éclosion à la production de la soie, qu'il aut 1,000 kilogrammes de feuilles.

Autant de fois on a 1000 kilogrammes de feuilles de mûrier, autant de fois on peut faire éclore 32 grammes de graine essayée.

3e *régle.* Faire coïncider la couvée des œufs avec la poussée des feuilles. On y est forcé. On risquerait de n'avoir rien à donner à manger aux vers si on les faisait éclore avant d'avoir des feuilles. Il faut se prémunir contre un faux beau temps qui fait espérer l'épanouissement prochain des bourgeons. En 1850, un sériciculteur d'Hyères, élevant ordinairement 40 à 50 onces de graines, n'en put élever que deux onces. Il avait imprudemment fait élever ses vers, comptant sur la cueillette des feuilles; une gelée survint qui détruisit les bourgeons, et les vers éclos moururent à défaut de vivres.

Quand on conserve les graines, il faut les tenir dans des lieux à la fois secs et frais, 8 à 9 degrés Réaumur (10 à 11° cent.). La température des caves est assez convenable. Il faut éviter que la graine ne se moisisse afin d'être en garde contre ce qu'on nomme l'*émotion.*

Des éducateurs ont conservé des œufs pendant deux ans en les mettant dans une glacière. Les vers n'éclosent que quand on les soumet à une atmosphère plus chaude, à une température élevée.

On doit faire éclore les œufs quand les bourgeons de feuilles de mûrier se montrent, afin de donner aux vers une nourriture qui puisse être facilement broyée par leurs mandibules (mâchoires). La feuille est d'autant plus tendre qu'elle est nouvellement poussée, et les vers, en grandissant, acquièrent de la force pour manger les feuilles qui, en vieillissant, deviennent plus dures, plus coriaces.

4e *règle.* Faire passer la graine, avec précaution et graduellement, du frais aux autres températures, à la chambre d'éclosion.

Autrement, les vers s'atrophieraient.

On fait passer les vers de la cave (8 à 9° Réaumur, soit 10 à 11°,25 cent.) au rez-de-chaussée, 2 ou 3° au-dessus de la température de la cave; du rez-de-chaussée à la cuisine; de la cuisine à un feu doux de 15° Réaumur (à peu près 19° cent.). A ce point commence la couvée. On peut alors élever la température à 18° Réaumur.

La couvée des vers se faisait autrefois d'une singulière manière, qui est encore usitée dans certaines contrées. On met les œufs dans des petits sachets que des femmes placent sous leurs aisselles, sur leur ventre. Ces femmes sont appelées *couveuses.* Il y a de bonnes et de mauvaises couveuses. La capacité de chacune est connue par les sériciculteurs. Cette manière de couver produit de bons résultats en ce qu'il faut pour l'éclosion une chaleur humide comme est la nôtre.

Lorsque le ver va sortir de l'œuf, il le brise. Il sort son museau ; la surface des œufs devient noire ; le ver bientôt sort de sa coquille.

On a maintenant des couveuses artificielles. Ce sont des boîtes à étagères où l'on pose les œufs. Une lampe à alcool fait chauffer graduellement l'appareil ; un thermomètre indique les degrés de chaleur.

Les étagères sont placées dans un cabinet chauffé de petite dimension pour que le feu y ait plus d'action. Le feu est fait dans un poële de fayence ; un poële de fonte donnerait une chaleur trop sèche. On commence l'incubation à 15° Réaumur. On chauffe, et pour entretenir l'humidité dans le cabinet, on applique autour du poële des linges trempés dans l'eau.

La couvée dure de huit à neuf jours, si la graine est dans de bonnes conditions.

On entretient le feu dans les conditions suivantes : le premier jour, à 15° Réaumur; le deuxième jour à 16°; le troisième à 17° (à peu près 19, 20, 21° cent.), ainsi de suite, en augmentant la température d'un degré par jour, jusqu'à ce qu'on arrive par le neuvième jour à 24° Réaumur, environ 30° cent. Cette chaleur est celle que l'on emploie quand la graine a été hivernée.

Il faut proportionner la production de vapeur d'eau à la chaleur produite.

Au troisième et au neuvième jour, les graines perdent leur couleur ; celles qui la conservent ont encore leurs vers. Il arrive souvent que ces derniers n'éclosent pas.

L'éclosion se fait souvent en trois jours, après les neuf jours de l'incubation.

Le premier jour, il n'y a pas un vingtième de vers qui sort. Ces vers sont les plus vigoureux. Si on a la précaution de les mettre à part, ils sont, plus tard, les meilleurs pour la reproduction ; mais, le plus souvent, on les jette, parce qu'ils sont en trop petite quantité relativement à la masse.

Un ver qui vient d'éclore peut vivre huit jours sans manger. Un ver grossit en raison de la nourriture qu'il prend.

Mobilier d'une magnanerie. — Il faut, d'abord, dans une magnanerie des étagères pour y poser les vers à soie. Ces étagères ressemblent à des rayons de boutiquiers. Elles sont placées en hauteur par distance de 40 centimètres les unes des autres, et sont soutenues par des tasseaux posés sur des montants qui forment le bâti. Les étagères sont des claies, ou cadres entourant un grillage.

Dans plusieurs localités, afin de diminuer la dépense, on se sert de planches de sapin au lieu de claies ; ces planches concentrent l'humidité provenant des déjections du ver, une fermentation se produit, et un fumier infect s'agglomère et donne aux vers à soie une terrible maladie qu'on appelle la *muscardine*.

On peut avoir les treillages de claies, soit en osier, soit en canne, soit en roseau, soit en fils de chanvre.

On voit que le mobilier d'une magnanerie n'est pas coûteux : un ou plusieurs poêles, des thermomètres, des hygromètres, dont nous verrons l'emploi, des poteaux, des tasseaux, des claies et plusieurs ustensiles sans grande valeur, dont nous indiquerons aussi l'usage. Il faut qu'il en soit ainsi, la sériciculture étant une industrie agricole.

32 grammes de graines donnent 365 pieds carrés de vers, quand ces vers sont à leur dernière grosseur. Les claies étant généralement de cinq pieds carrés, il en faut 73 pour une éducation d'une once de graine.

Il y a différentes sortes de claies; la plupart sont fixes sur les tasseaux; d'autres sont mobiles et tenues par des cordages à nœuds qui, posés sur des poulies, facilitent leur ascension et leur descente. Des éducateurs ont imaginé un système de claies posées sur les roues que l'on fait tourner pour faire venir à soi les claies. On connaît ces jeux des fêtes publics où une roue fait, à l'aide d'une ma-

nivelle, monter et descendre des personnes assises dans de petites voitures qui semblent courir l'une après l'autre, et reviennent toujours au point d'où elles sont parties : c'est ce mode qu'on utilise quelquefois pour l'aménagement des claies.

Les vers exigent une grande propreté. Il faut, pour éviter les miasmes qui leur sont nuisibles, faire la toilette des vers à soie tous les cinq ou six jours. Nous tenons des Chinois le procédé à l'aide duquel nous conservons les magnaneries dans un bon état d'hygiène. On jette sur les vers un filet que l'on recouvre de feuilles ; (souvent les filets sont remplacés par des papiers percés); les vers quittent leur litière pour se précipiter sur les feuilles nouvelles et fraîches. On lève précieusement, par les quatre coins, à deux personnes, le filet nouveau quand tous les vers y sont, on enlève la litière qui est en dessous et on repose le filet sur la claie jusqu'à ce qu'on renouvelle l'opération.

Les filets sont préférables au papier, parce qu'ils résistent plus longtemps et se salissent moins.

Si les vers deviennent malades, il faut changer le matériel de l'établissement afin de ne pas donner la maladie aux vers sains.

Il est bon d'avoir plusieurs thermomètres pour connaître les degrés de chaleur dans toutes les directions. Il est utile d'avoir des thermomètres à minima et à maxima pour pouvoir contrôler l'attention que les magnanières ont eue pendant les absences des surveillants.

La magnanerie doit être dans les conditions
de 18 à 20° Réaumur (22 1/2 à 25° cent.) au thermomètre.
« 78° à l'hygromètre.

Une paire de balances est utile pour peser les feuilles ; plus les vers avancent en âge, plus ils consomment. Pour ne pas toujours faire des pesées, on a des corbeilles dont la capacité représente un poids déterminé, mais les pesées sont préférables.

Pour l'égalité de la distribution, on hache la feuille au moyen d'un appareil formé de 18 couteaux fixes, sous lesquels on fait venir les feuilles posées sur 18 montants qui viennent s'enchevêtrer entre les 18 couteaux, et amènent les feuilles sur les lames. Quand les vers sont gros, on leur donne des feuilles plus grandes, moins hachées, jusqu'à ce que, parvenus à leur croissance, on leur donne des feuilles entières.

Il faut entretenir dans la magnanerie une ventilation convenable pour chasser l'air impur occasionné par les respirations et les déjections. On doit à M. d'Arcet un système de magnanerie qui met le ver dans de bonnes conditions.

L'éclosion, avons-nous dit, se fait en trois jours après le neuvième d'incubation.

C'est de 6 à 8 heures du matin que les vers éclosent : le premier jour, on ne donne pas à manger aux vers afin de ne les nourrir que lorsqu'on nourrira les autres : un ver à soie peut rester huit jours sans manger. Nous avons vu que le premier jour il ne naît qu'un vingtième des vers.

Le deuxième jour, il naît la moitié des vers à naître. On ne nourrit pas ces vers le jour de leur naissance ; on attend pour les vers du premier et du deuxième jour la naissance des vers du troisième jour afin de nourrir les vers tous ensemble.

Le troisième jour le reste naît.

Un ver qui naît est, en dimension, 365 fois moins gros que lorsqu'il atteindra sa croissance.

Les vers ont cinq âges :

Le premier âge de la naissance au 6e jour	....	6 jours.
Le deuxième âge du 7me au 10me jour	....	4 »
Le troisième âge du 11me au 15me »	....	5 »
Le quatrième âge du 16me au 22me »	....	7 »
Le cinquième âge du 23me au 31me »	....	9 »
		31 jours.

Il faut que tous les vers à soie soient élevés également afin que les vers soient égaux ; des vers égaux donnent des cocons égaux, et des cocons égaux donnent des soies dans les mêmes conditions.

Quand un ver à soie passe d'un âge à l'autre, il mue, c'est-à-dire qu'il change de peau. Cette transition le rend malade ; par le tableau suivant, nous voyons que son état de santé ou de maladie influe sur l'absorption de comestible. Les poids indiquent le poids des feuilles consommées par les vers d'une éducation d'une once.

1er Age.		2e Age.		3e Age.		4e Age.		5e Age.	
1er jour.	$0^{k}.500$	1er jour.	$2^{k}.500$	1er jour.	$3^{k}.500$	1er jour.	$1^{k}.500$	1er jour.	$3^{k}.500$
2e —	0.750	2e —	5.500	2e —	7.500	2e —	12 »	2e —	15 »
3e —	2.500	3e —	3.500	3e —	20 »	3e —	30 »	3e —	50 »
4e —	1 »	4e —	1 »	4e —	12 »	4e —	50 «	4e —	100 »
5e —	0.500			5e —	1.500	5e —	30 »	5e —	160 »
6e —	0.250					6e —	10 »	6e —	100 »
						7e —	» »	7e —	80 »
								8e —	60 »
								9e —	40 »

On voit que dans chaque âge, à mesure que le ver approche de la *mue*, il mange moins.

Le total des poids ci-dessus n'atteint pas les 1,000 kilogrammes dont nous avons parlé pour l'éducation d'une once, parce que plusieurs sujets meurent.

Il ne faut donner de feuilles aux vers que la quantité nécessaire, le surplus ferait un fumier ; les vers ne mangeant qu'à leur appétit.

On doit souvent renouveler les repas, et dans les conditions suivantes :

Au premier âge	24	repas par jour.
Au deuxième »	12	—
Aux 3me et 4me »	8	—
Au cinquième »	6	—

en réglant les repas d'après le chiffre total de la journée.

Le ver restant 12 heures immobile après sa mue, il faut régler les repas en conséquence pour les derniers jours des âges.

La durée du temps de l'éducation peut varier suivant le mode employé; ainsi, plus la température est élevée, plus le ver mange, et plus le ver mange, moins longtemps il vit. La durée de l'existence d'un ver est celle pendant laquelle il absorbe 1,000 kilogrammes de feuilles pour une once de graine ; mais il ne faut pas pousser à l'excès. Voici, un tableau qui indique la durée d'une éducation d'après la température de la magnanerie :

A 15°	Réaumur	(18°,75 c.),	l'éducation dure	50 jours.
A 18°	—	(22°, 5 c.)	—	30 »
A 20°	—	(25° c.)	—	24 »
A 23°	—	(28°,75 c.)	—	20 ou 21 jours.

Quand le ver arrive au dernier jour de son éducation, il vide son corps, il

passe de la couleur blanc-verdâtre à la couleur jaunâtre, il devient de plus en plus transparent. Les pattes du bombyx prennent la couleur de la soie qu'il va donner : ou blanche ou jaune.

Il se dispose alors à filer, à faire la soie.

L'agitation du ver prévient de son terme de maturité. Il cherche alors à s'abriter pour n'être pas à la merci des insectes et des oiseaux.

La magnanière prend ses précautions pour l'embruyérage ; on appelle ainsi l'opération par laquelle on prépare les endroits où le ver va filer : le matériel employé consiste dans des branches de bruyère dans lesquelles les vers se remisent ; ce sont comme de petits balais entre les brins desquels les vers établissent leur atelier.

Le ver s'emprisonne dans son cocon ; il commence par jeter une bave qui, plus tard, constitue la bourette ; c'est une espèce d'échafaudage au milieu duquel il fait son cocon. Le mouvement qu'il fait en rendant sa soie fait former des 8 qui, s'enchevêtrant, forment le cocon.

Quand le cocon est terminé, au bout de 5 ou 6 jours de travail, le ver se transforme en chrysalide et le onzième jour après la montée à la bruyère, le ver est chrysalide parfaite, et huit jours après la chrysalide devient *papillon*.

Il est utile, pendant tout ce temps, que la température de l'atelier soit tenue à 20° Réaumur.

Quand le papillon est formé, il ne veut plus rester dans le cocon ; pour qu'il en sorte, la nature lui fait sécréter une nouvelle bave spéciale qui attendrit l'extrémité du cocon où il l'agglomère ; puis à l'aide de ses mandibules, il perce le cocon, d'où il s'enfuit.

Immédiatement au sortir du cocon, les papillons mâles et femelles s'accouplent, puis les femelles pondent et les papillons meurent. Ainsi se termine l'existence si bien remplie du bombyx.

Si on laissait sortir tous les papillons des cocons, tous ces cocons seraient percés, et une solution de continuité existerait qui ne permettrait pas qu'on tirât parti du précieux produit. L'éducateur doit choisir les cocons les mieux confectionnés, ceux que l'expérience lui démontre comme plus propres à fournir des papillons vigoureux qui donneront de bonnes graines, ou ceux que, dès le premier âge, il a désignés pour la reproduction ; puis il étouffe les autres. On étouffe les vers avant l'époque à laquelle ils doivent être papillons ; la chrysalide étant morte, le cocon peut se conserver, et c'est de lui qu'on obtient la soie.

Nous examinerons les produits exposés avant de décrire les procédés à l'aide desquels on fait le fil.

Soies chez le producteur en France.

La classe 43 expose les produits de la soie sortant de chez l'éducateur.

La classe 31 expose les produits filés et les produits tissés. Comme beaucoup de producteurs filent eux-mêmes leurs cocons, il arrive qu'à l'Exposition très-souvent les soies filées sont dans les mêmes vitrines que les soies en cocons, et qu'alors les classes 31 et 43 sont confondues ; c'est pourquoi nous sommes contraint de parler en même temps des classes 43 et 31. Quant aux tissus de soie faisant partie de cette dernière classe, nous n'en parlerons qu'après avoir parlé de toutes les matières textiles, quand nous examinerons tous les tissus.

Les soies filées sont données au commerce par l'industrie sous les formes de :

1° Soie grége ;
2° Soie ouvrée ;
3° Bourre de soie.

Les *soies gréges* sont celles qui sont présentées en sortan du cocon. Elles sont dévidées généralement sous forme d'écheveaux.

Les *soies ouvrées* sont des soies formées par la réunion de plusieurs fils de gréges.

Les *bourres* de soies sont des fils obtenus avec certains déchets de soie : nous n'en parlons ici que pour les mentionner, nous y reviendrons.

Plusieurs exposants ont présenté la soie d'une manière qui permet de suivre ses diverses opérations.

La plus complète de l'Exposition, sous le rapport de l'origine de la soie, se trouve dans la classe 43 de la Suède, dans une vitrine sous le nom de M. *Rossing*, à Gothembourg. On s'explique facilement qu'un amateur ou un industriel d'un pays qui ne produit que sur une petite échelle l'objet dont il fait une spécialité ; on s'explique, disons-nous, que cet industriel, satisfait de ses résultats, donne au public l'explication des moyens par lesquels il est parvenu à obtenir des fruits, moyens qui, ailleurs, sont si vulgaires, qu'on dédaigne en quelque sorte de les citer.

On voit dans l'exposition de M. Rossing des conserves en flacon d'œufs de ver à soie de diverses natures ; puis des conserves de vers à soie de tous les âges, des cocons, des chrysalides conservées, des papillons, des soies gréges et des soies *cardées* (on appelle soies cardées celles qui, provenant des bourres, ont été préparées pour devenir ultérieurement un fil).

Des petits tableaux indiquent, en français, comment l'exposant a obtenu ces divers objets.

Un autre amateur a exposé, dans le Japon, un ensemble de la production de la soie. Cette exposition, dont nous n'avons pas pu savoir le nom d'auteur, est spécialement consacrée à l'étude de la soie japonaise. On y voit la graine du bombyx recueillie sur des papiers marqués des chiffres du pays ; puis les vers de différents âges conservés dans des bocaux, des cocons dont on a fait un tableau en soleil d'un bel effet ; ces cocons sont parfaits de formes. A part, on a mis des cocons ouverts dans lesquels on aperçoit la fève dans la position qu'elle occupe après la fin de son travail ; puis des papillons, des soies gréges, des soies ouvrées et des préparations de fils à obtenir avec la bave dont le ver a fait son échafaudage avant de filer.

Sous le rapport de l'instruction, la plus belle exposition est celle de M. *Chabod fils*, de Lyon. Nous ne croyons pas qu'il soit possible de faire quelque chose de plus complet.

Si nos éloges peuvent arriver jusqu'à M. Chabod, et qu'ils aient quelque intérêt pour lui, nous les lui adressons sans restriction : M. Chabod a bien mérité de ceux qui veulent s'instruire. Son exposition de sériciculture peut être considérée comme le résumé complet de toutes les autres.

Il y a des œufs de vers de toutes natures. Les uns sur lustrine noire, les autres sur papier, selon les provenances.

Dans une boîte à compartiments, recouverte d'une glace, figurent tous les cocons exotiques et indigènes connus : 1° de Nouka et Bucharest ; 2° du bombyx-mori français blanc ; 3° du bombyx français jaune ; 4° du Japon blanc ; 5° du Japon vert, ou plutôt or vert ; 6° du bombyx de l'ailante, brun, provenant des Amériques du Sud ; 7° du Yama-Mai du Japon ; 8° du bombyx cynthi ; 9° de l'ailante gris ; 10° du bombyx arrindia, de ricin, d'une couche bois vif ; 11° du bombyx ermyi, élevé en Mandchourie, dont la couleur est nankin ; 12° du ver de Changaï ; 13° de Saint-Louis, au Sénégal ; ce cocon terminé en queue ne nous paraît bon que pour faire des fils semblables à ceux qu'on obtient avec nos fri-

sons ; 14° de cocons blancs de Macédoine ; 15° jaunes de Macédoine ; 16° du bombyx uylitta, qui a l'aspect d'une noix ; 17° du cocon de Perse blanc.

Dans un tableau parfaitement disposé se trouvent les 10 races de cocons dont nos filateurs tirent le meilleur parti ; quelques-uns sont déjà nommés parmi les précédents ; ils sont tous très-jolis, ce qui, d'ailleurs n'implique pas qu'ils représentent les cocons commerçants, mais prouve en faveur du choix. Voici dans quel ordre ils s'offrent aux regards : 1° de Balkan (Russie asiatique) ; 2° de Perse; 3° de Bulgarie et Valachie : 4° de Nouka, en Caucase ; 5° de Bucharest ; 6° de Philippopoli (Levant) ; 7° de Macédoine en Grèce ; 8° de Chine ; 9° du Japon ; 10° de France.

Quand on a cité une pareille exposition, on n'a plus à énumérer les races.

M. Chabod n'a pas exposé que les œufs et les cocons: il a aussi exhibé des vers qu'il a desséchés et mis sous verre. Il y a là des vers de tous les âges dans toutes les races ; des chrysalides, des papillons, des cocons sur leur bruyère, des cocons sauvages sur les feuilles qui les ont nourris, et qui sont autres que les mûriers.

M. Chabod expose aussi le *frison*, cette première bave du ver qu'il jette avant de commencer son cocon, et dont l'industrie tire un excellent parti pour en former la filoselle, la fantaisie, le fleuret, les foulards ; il présente les différentes transformations que subit la matière première jusqu'au tissu.

Les gréges en *flotte* (on appelle *flotte* les écheveaux de soie grége) de divers titres (on appelle titre le poids d'une longueur déterminée) du Japon et de France sont étalées aux yeux du visiteur : ces spécimens sont bien choisis. C'est complet.

Une vitrine digne de remarque est celle des produits de la *Ferme impériale de Vincennes*. Le ministère de la maison de l'Empereur y a exposé les vers de ricin, qu'on appelle bombyx arrindia. M. *Guérin-Méneville* a importé cette race en France en 1858 (voir la planche LVII). Ce ver a la vie dure, il vit en plein air; nous en avons vu, il y a quelques années, une éducation au bois de Boulogne ; un surveillant n'avait pour fonction que de ramasser les vers qui tombaient.

Légende de la planche LVII.

1, œuf de grandeur naturelle ; 1 *b*, œuf grossi ; 1 *a*, pontes composées d'œufs groupés ; 2 à 6, différente grandeurs du vers et sa tête écailleuse au moment où il va entrer en mue ; 7, vers sortant de sa troisième mue ; 8, vers adultes ; 9 et 10, cocons ; 11, chrysalide que l'on trouve dans les cocons ; 12, divisions du micromètre partagé au centième de millimètre pour faire apprécier le calibre de la soie ; 13, aspect d'une feuille de l'ailante ; 14, graines variées de l'ailante.

Les cocons obtenus par ce bombyx sont d'un gris sale. Ils sont formés de manière à ne pouvoir se dévider; aussi les laisse-t-on toujours percer par le papillon ; et comme ils sont livrés en cet état, l'industrie ne peut en faire que ce qu'elle fait de la bave première des bombyx-mori et congénères. Dans ces conditions mêmes, le ver du ricin offre un grand intérêt, l'industrie des bourres de soie a pris un accroissement tel que les frisons ne suffisent pas à l'alimenter ; propager une race uniquement pour en faire du frison est œuvre utile.

En outre des cocons exposés dans la vitrine de la *Ferme impériale* se trouvent les œufs du ver, sa chrysalide et son papillon. Le papillon est magnifique, grand comme nos plus grands papillons de chenilles vulgaires, il est orné de taches superbes (voir page suivante).

M. Guérin-Méneville se flatte d'avoir donné son papillon à divers États de l'Europe, en Afrique, en Amérique, en Australie. Espérons que la France en tirera le meilleur parti avant tous autres pays.

On voit aussi, dans la même exposition, les diverses transformations que l'on

peut obtenir en traitant industriellement le ver de ricin, dont les fils prennent parfaitement la teinture, comme l'attestent des cordonnets teints.

Dans la même exposition figurent les produits du ver à soie, du vernis du Japon.



Fig. 1.

A la classe 81 (insectes utiles), *M. Personnat* a exposé des chênes sur lesquels broutent (selon l'expression du gardien) des vers d'une belle venue. Si ces vers ne peuvent pas donner de soie, ils pourront aussi procurer un succédané du frison. C'est encore un ver à soie à élever industriellement; plus on propagera ces races, plus on rendra facile l'emploi des bourres de soie, dont on fait les foulards, les popelines et autres étoffes brillantes.

MM. Costes frères, à Ambert (Puy-de-Dôme), exposent, dans la classe 43, plusieurs natures de cocons. Il y a surtout de petits cocons japonais blancs d'une très-belle forme; des cocons milanais plus gros que les japonais; des cocons portugais encore plus gros. Ces exposants présentent des cocons et des papillons, ainsi que des œufs du ver de l'élant. Ce ver est encore bon pour frison.

Ont exposé, classe 43, des cocons : *M. Jacquinot*, de Salenzara (Corse);
— *M. Dayincourt*, à Saint-Amand (Cher).

Des cocons français, d'un blanc éclatant, sont exposés par Mme *Brunno-Brouski* de Selve (Gironde). On recherche constamment, pour certains emplois, des soies d'un blanc naturel qui défie le blanchiment des teintures; Mme Brunno-Brouski a résolu, croyons-nous, le problème; et si elle doit son succès à un tour de main, elle rendrait service à l'industrie en divulguant son secret.

Mme Durival, de Romorantin (Loir-et-Cher), expose des soies de Sologne. Elle a des cocons montés sur colza. Une notice apprend aux visiteurs que Mme Durival, qui s'occupe de sériciculture en amateur, n'a jamais eu de vers malades depuis vingt-cinq ans qu'elle en élève. Si cette exposante a aussi recueilli des procédés particuliers pour fruits de ses études, elle s'attirerait également la reconnaissance des industriels en leur indiquant ses moyens.

Nous retrouvons, dans la classe 31, toute une série d'exposants dont les vitrines semblables contiennent des cocons, des soies gréges, des soies ouvrées; la plupart des exposants tirent leurs produits du midi de la France, de la Drôme, de

l'Ardèche, du Gard et de Vaucluse; nous ne pouvons citer aucun nom, sans quoi il faudrait les citer tous.

Nous avons dit comment, d'après la composition chimique de la soie, les savants ont réfuté certains dires d'après lesquels des chercheurs établiraient que la soie peut s'obtenir directement des feuilles ou de l'écorce, voire de la tige et des racines de mûriers. Une exposition (nº 91, de la classe 43, France) vient démontrer que, jusqu'à ce jour, les savants ont raison. La vitrine 91, classe 43, montre des morceaux de branches de mûriers, des écorces provenant de ces morceaux de branches, des fibres grises extraites de ces écorces; des fibres blanchies, puis les résultats des traitements successifs, à l'aide desquels on est parvenu à obtenir un cordonnet semblable aux ficelles des bouts de lanière de fouet. Ensuite du papier fait en Chine. Par cette industrie, on pourra suppléer sans doute à la rareté des chiffons pour la fabrication du papier; mais rien ne prouve qu'on arrivera à obtenir une soie d'une finesse telle que 7 à 800,000 mètres arrivent à ne peser qu'un kilogramme.

Soies chez les producteurs en Algérie.

On éprouve une certaine difficulté à traiter de la sériciculture algérienne. Quatorze exposants sont annoncés par le catalogue; mais l'exposition est collective, et presque nulle part on ne voit de nom.

Les cocons de bombyx-mori, exposés par l'Algérie, valent certainement tous les cocons de même race exposés ailleurs; il est regrettable que la culture du mûrier ne reçoive pas plus d'extension dans l'Afrique française. Nous sommes, en France, tributaires de l'Italie et d'autres contrées pour la soie; il vaudrait mieux que ce fût l'Algérie qui profitât de l'exportation de nos capitaux.

Les gréges exposées sont très-jolies.

Comme si l'Algérie voulait nous indiquer tout ce qu'elle peut produire en soie, elle expose aussi des cocons et des gréges provenant de graine japonaise et de graine milanaise. Il y a de beaux échantillons de la récolte de 1864. Si ces échantillons représentent des lots à vendre, il y a à se plaindre du développement du commerce en Algérie; car des stocks ne devraient pas durer trois ans. (Nous n'avons, du reste, pas de renseignement à cet égard,)

L'Algérie expose des cocons dont elle devrait tirer parti facilement; elle appelle ces cocons : *soie Faidherbe,* du nom d'un ancien gouverneur du Sénégal, qui a propagé cette soie : ce sont des cocons du bombyx de l'ailante. Ils ont beaucoup d'analogie avec les cocons du bombyx de M. Guérin-Méneville. Ils sont percés par les papillons, et ne peuvent se travailler que par les procédés employés pour le frison; mais, nous l'avons dit, la bourre de soie atteint des prix fabuleux d'élévation; il y a place pour ses succédanés; les bombyx-Guérin-Méneville, bombyx-Faidherbe s'élèvent en plein air, sans soin, sans préoccupation, sans crainte des intempéries. A défaut de soie, pourquoi l'Algérie ne cultiverait-elle pas la bourre de soie? Elle prouve qu'elle le peut; il n'y a qu'à planter du ricin, du vernis, de l'ailante qui poussent partout.

La plupart des curiosités que l'Algérie envoie ont vu le jour dans le jardin d'acclimatation d'Alger; hommage à ceux qui le dirigent; mais n'est-il pas temps de faire sortir des domaines de l'étude les résultats obtenus pour les faire fructifier dans le vaste champ de l'industrie.

Soie chez les producteurs à l'étranger.

PRUSSE.

M. Heese, de Berlin, expose des cocons japonais blancs d'une belle nuance, ainsi que des cocons japonais verts; il a obtenu une race par le croisement des vers japonais jaunes avec des vers japonais blancs. Il expose aussi des papillons et des soies filées dont nous n'avons rien à dire. Il a ajouté à son exposition des graines et des papillons de plusieurs races.

M. Lellis, de Marienbourg, *M. Bratke*, à Ostenvick, exposent aussi des cocons; ce dernier fait travailler ses vers sur du bouleau.

Rien de bien remarquable en Prusse.

AUTRICHE.

Un grand nombre d'exposants ont pris part à la lutte; les pays qui sont les plus représentés sont la Carinthie, l'Esclavonie, la Gallicie, la Bohême, le littoral. Rien de bien saillant.

M. Antoine Vulkasinovie, d'Esseg, a une exposition complète où il montre de la graine de mûrier, des œufs de vers, des cocons.

ESPAGNE.

L'Espagne a envoyé surtout de la soie filée.

M. Liander, de Barcelone, file avec soin.

La *Commission provinciale de Séville* a des soies parfaitement pliées; elles sont agréables à la vue; elles ont du brillant.

Ces qualités distinguent les autres expositions. Cependant beaucoup ont été maltraitées par les personnes qui les ont tenues, et elles perdent de leur qualité pour cette raison.

PORTUGAL.

Le Portugal expose beaucoup de cocons en bocaux, et de cocons montés sur du genêt. Tous les exposants n'en font qu'un. Les exposants du Portugal ont bien indiqué les titres de leurs soies.

GRÈCE.

Tous les exposants ont envoyé chacun 60 à 80 cocons dans un bocal particulier. Tous ont un bel aspect; cette exposition n'a pas non plus de noms à citer particulièrement.

RUSSIE.

La Russie a aussi une grande quantité de petites expositions. Nous avons remarqué l'exposition de *M. Freslenkeff*, qui a de beaux cocons qui donneront une soie très-blanche.

M. Kournossoff, a de très-petits cocons brillants et d'une jolie forme.

M. Kippner a une exposition où figure une grande quantité de cocons de toutes les dimensions.

Divers exposants ont envoyé des soies très-grosses.

Les filatures russes plient mal la soie, et ne lui donnent aucune apparence.

ITALIE.

Nous dirons de l'exposition italienne des soies ce que nous avons dit de l'exposition des soies françaises de la classe 31. Toutes les vitrines sont tellement semblables, que nous ne saurions en distinguer aucune.

Les cocons sont généralement de belles formes.

Les gréges sont presque toutes en grosses flottes.

Nous avons remarqué des soies filées sur bobines, qui ont un bel aspect. On cherche depuis longtemps le moyen d'obtenir les soies sur bobines ; nous voudrions citer le nom de l'auteur, mais il ne figure pas sur ses produits.

EMPIRE OTTOMAN.

L'exposition de Turquie est jolie; la *corporation des tisserands* se distingue par de belles gréges, de beaux frisons filés et bien teints.

Une vitrine disposée avec goût renferme des produits dignes de remarque, c'est celle de *M. Brotte,* de Brousse. Il expose des cocons de toutes couleurs, dont il indique les provenances. Ses gréges sont belles, et il a eu le soin d'en donner es titres.

CHINE.

La Chine, représentée par *M. Duchemin-Ducasse*, de Paris, n'a que quelques paquets de soie filée. Ces soies sont d'un assez beau blanc ; nous aurions voulu voir en Chine des cocons et même des vers à soie conservés comme type d'origine.

TUNIS.

La Tunisie, représentée par son souverain, a envoyé des cocons montés sur jonc.

RÉPUBLIQUES DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

La soie que ces pays exposent est représentée par une flotte de grége, dans la *Confédération argentine,* quelques cocons et des produits de l'ailante.

Le *Chili* a exposé des soies gréges, qui ne diffèrent en rien quant à l'aspect, des autres cocons et des autres gréges. Mais nous avons examiné avec intérêt les graines exposées par cette république, et nous sommes d'autant plus porté à croire que, en France, ce ver s'acclimaterait parfaitement, que des commencements d'expériences promettent d'excellents résultats. Il y a d'ailleurs une particularité intéressante à signaler, à propos de l'exposition séricicole, de Chili : c'est qu'elle a été faite au nom d'une *ferme école,* qui est parvenue à couvrir tous ses frais avec les produits de ses magnaneries.

GRANDE-BRETAGNE.

La *Grande-Bretagne* a des soies dans une vitrine; quelques cocons accompagnent les soies.

Les cocons sont entourés de leur frison; frison maigre, dont la transparence laisse apercevoir de pauvres cocons d'un beau jaune d'or, mais pointus, sans force, mauvais.

Les soies sont grosses, pleines d'irrégularités.

On n'éprouve pas de satisfaction à voir ces produits, si ce n'est celle de penser que la France n'a rien à craindre de l'Angleterre quant à l'éducation du bombyx.

Tirage et moulinage.

Lorsque les vers ont donné leurs cocons, que ces cocons ont été soumis à une température assez élevée pour que les chrysalides qu'ils contiennent soient étouffées, on dérame les cocons, on les trie, on sépare les cocons blancs des cocons

jaunes : puis, on trie encore, en séparant les cocons de chaque couleur en plusieurs qualités : les bons sont ceux qui ont la meilleure forme, les autres, sous divers noms, sont séparés d'après leur forme, et dans chaque forme, d'après leur aspect. La grande habitude des praticiens les rend habiles dans ces opérations.

Pour obtenir la soie du cocon, il faut la dérouler, il faut obtenir de cette espèce de pelote, le fil contenu. L'opération par laquelle on met le cocon en écheveaux s'appelle le *tirage*.

La soie est disposée en couches sur le cocon, ces couches sont collées par une matière gommo-résineuse qui les fait adhérer l'une à l'autre. Il faut ramollir cette gomme pour faciliter la séparation des couches de soie. A cet effet, on trempe les cocons dans l'eau au moment de les dévider, de les tirer.

L'eau chaude a été employée de préférence jusqu'à ce jour; elle présente des inconvénients en ce que si la température en est trop élevée, elle peut dissoudre toute la gomme qui est nécessaire, jusqu'aux dernières opérations, à la solidité de la soie. Diverses tentatives pour le tirage à l'eau froide ont obtenu des succès, surtout l'opération dans le vide; les machines exposées fonctionnent à l'aide de l'eau chaude.

La soie n'est pas employée dans l'industrie, dans l'état où le ver la donne. Sa finesse extrême serait le premier obstacle; son irrégularité en serait un autre. Il faut réunir plusieurs fils de soie pour obtenir de la solidité et de la régularité.

La soie sortant du cocon est conique, c'est-à-dire, qu'à mesure que le ver file, il donne un produit qui va en s'amincissant. A la base, au commencement du cocon, le fil est 4 fois moins fin qu'au sommet, à la fin du cocon.

Il faut qu'au tirage, l'ouvrière tienne compte de cette propriété.

La première soie obtenue s'appelle soie grége.

Pour avoir la solidité et la régularité dont nous venons de parler, on réunit un nombre de cocons qui augmente en raison de la grosseur que l'on veut donner à la grége. Ces cocons sont mis dans une bassine contenant l'eau chaude. Puis, ils sont battus. A l'aide d'un balai, l'ouvrière bat les cocons comme on fait des œufs pour en obtenir de l'omelette. Le *frison* s'attache aux branches du balai, et lorsqu'il est totalement enlevé, le bout de soie se présente. L'ouvrière réunit le nombre de bouts dont elle a besoin pour la formation d'un fil de grége, et les passe dans une *filière* qui les joint; puis elle passe les fils ainsi joints dans un *croiseur* qui a pour objet de tondre les fils qui adhèrent ainsi entre eux, et perdent une grande partie de l'humidité qu'ils ont acquise dans la bassine. Le fil est alors formé, il faut en faire l'écheveau. A cet effet, on le conduit sur un *asple* ou *dévidoir* après l'avoir fait passer dans un petit orifice mû par un bras qui donne au fil un mouvement de *va-et-vient* afin de ne pas laisser s'agglomérer sur les branches de l'asple à chaque tour du dévidoir, la soie qui, en arrivant, n'est pas encore séchée complétement.

L'ouvrière a le soin de disposer les divers cocons qu'elle emploie à la formation d'un seul fil, de manière à ce que les finesses se compensent afin d'obtenir un fil régulier sur toute sa longueur.

Le nombre des cocons employés pour la formation d'un fil de grége sert à dénommer cette soie. Ainsi une grége de 3/4 cocons est une soie formée par la réunion de 4 cocons. L'expression trois-quatre vient de ce que, pendant l'opération, l'un des bouts casse souvent pendant que l'asple tourne, et qu'en ce moment trois cocons seulement servent à former le fil. Cette expression est due aussi à ce que, pour arriver à la régularité, et pour compenser la forme conique du fil naturel, l'ouvrière, quand elle opère avec tous cocons dont aucun n'a un commencement

de dévidage, commence avec 3 cocons, et en ajoute un quatrième quand le besoin l'exige pour obvier à l'irrégularité.

Les expressions 4/5 cocons, 5/6 cocons, 6/7 cocons, etc., etc., ont la même origine.

La soie grége sert dans l'état obtenu pour les fabrications des tissus où une raideur est nécessaire au tissu, en même temps qu'une finesse est utile pour arriver à un poids minime de soie qui a pour but d'économiser la matière au point de vue du prix de revient. La plus grande quantité de soie grége est utilisée pour les soies ouvrées.

Les *soies ouvrées* sont des fils formés par la réunion de plusieurs fils de grége. Ces soies acquièrent une solidité considérable par la torsion. Les principales soies ouvrées sont : la trame-soie, l'organsin.

Le *poil* qui est une grége retordue sur elle-même tient le milieu entre les gréges et les soies ouvrées.

Tordre des fils réunis s'appelle *mouliner*, parce que la machine qui sert à opérer la transformation se nomme moulin.

La *trame* est formée de deux bouts de grége dont la torsion est unique, c'est-à-dire, que ces deux bouts sont tordus dans un sens seulement.

L'*organsin* est formé de deux bouts de grége tordus d'abord isolément dans une même direction, et auxquels on imprime ensuite une torsion dans un sens opposé.

En plus des poils, des trames et des organsins, on a un grand nombre d'autres fils tordus dont la nomenclature serait incomplète si étendue qu'elle fût ; car, il en surgit souvent de nouveaux d'après les besoins d'effets nouveaux que conçoivent les industriels. On peut toutefois les ranger sous les noms génériques de fils *guipés*, car, pour la plupart, ils sont formés de fils tordus *autour* d'autres fils ; tandis que les fils qui sont désignés sous le nom de trame et d'organsin sont tordus *ensemble*.

La torsion retire à la soie une partie notable de son brillant ; plus la torsion est forte, moins le fil est brillant.

La gomme (qui porte le nom de *greg*) que la soie contient naturellement, cache le brillant que la nature a donné au fil de soie. Lorsque les soies sont ouvrées, elles ont acquis une grande solidité, une grande ténacité, et aussi une grande résistance à tous les désordres qu'entraînent les manutentions. Ainsi, si l'on prenait une soie grége et qu'on la fît bouillir dans une eau de savon, il y aurait une désagrégation, et la soie ne serait plus bonne à aucun usage ; aussi les gréges sont-elles toujours employées *crues*, c'est-à-dire, telles que les donne le dévidoir. Si on les teint, elles conservent un aspect mat.

Mais les soies ouvrées ayant une grande consistance peuvent perdre ce greg qui entre pour 25 à 26 p. 100 dans la composition de la soie, sans crainte de désagrégation ; et la matière gommeuse, une fois extraite de la soie, laisse celle-ci dans son état de pureté, et la fait paraître brillante. On fait bouillir les soies ouvrées dans l'eau de savon, et on a la soie *cuite*.

Comme produit de soie grége et de soie ouvrée, l'Exposition universelle de 1867 contient de splendides spécimens ; comme nous l'avons dit précédemment à propos des produits de la classe 32 (page 207), tous les exposants ont des vitrines semblables ; et il faudrait citer tous les producteurs pour constater l'excellence des soies. Le choix ne peut être fait que par le préjugé qui s'attache à la marque de fabrique.

Comme instruments de production, l'Exposition est pauvre sous le rapport des appareils à produire la soie ; et la classe 55/56 n'a rien, sauf les petits casiers, pour remplacer l'enramage de M. *del Prino* (d'Italie), les bassines de M. *Barrès*

(de Saint-Jullien), les bassines de M. *Weilenmann* (de Pimerol), les bassines de M. *Cariboni* (de Côme), les divers appareils de M. *Berthaud* (de Lyon), et quelques machines à *monter* la soie dont les numéros du catalogue ne figurent même pas sur les machines; sous ce rapport rien d'autre ne nous a paru digne de remarque dans l'Exposition.

Plusieurs Italiens ont exposé des bobines sur lesquelles ils ont obtenu la grége sans le secours des asples. C'est un progrès en ce que, pour ouvrer (ou monter) la soie il faut enrouler la grége sur des bobines; on supprime une opération en obtenant la grége toute enroulée. Nous avons vu dans la partie française, à l'Exposition, un de ces appareils qui est ingénieux : En sortant du va-et-vient qui est disposé *ad hoc*, la grége passe sur un cylindre chauffé à la vapeur, et se rend sur de grosses bobines creuses également chauffées à la vapeur; le séchage s'opère ainsi presque instantanément.

M. *Weilenmann* a apporté des améliorations au croiseur. Le croiseur ordinaire est placé verticalement et opère en tournant sur lui-même. Le croiseur de M. Weilenmann est posé horizontalement : 3 poulies placées en triangle sont réunies par une corde, deux de ces poulies sont petites et reçoivent le mouvement de la troisième qui, étant beaucoup plus grande, accélère la vitesse, le croiseur reçoit cette vitesse, et les soies gréges obtenues acquièrent du nerf par une torsion plus grande; mais il y a là, selon nous, un commencement d'ouvrage, les soies réunies ne sont plus seulement assemblées avec torsion maintenant l'assemblage, mais bien tordues véritablement.

M. *Berthaud* expose une quantité d'objets utiles à la fabrication de la soie, et qui, tous ont un progrès.

Ce qui est surtout intéressant dans ses expositions, c'est un progrès dans l'éprouvette à porte fil mobile, que M. *Robinet* a inventé : son jauge-flotte pour mesurer la longueur des écheveaux; et ses crochets pour calculer la force des fils.

Eugène PARANT.

XXXI

BRONZES ET FONTES D'ART.

OUVRAGES D'ART EN MÉTAUX.

Par M. **A. GUETTIER.**

I

Sous ce titre que la Commission de l'Exposition universelle a inscrit en tête de la 22e classe du Ve groupe, on ferait au besoin toute une encyclopédie si l'on voulait aborder, en les traitant à fond, les questions multiples que soulève un tel sujet

Question d'art,
Question d'industrie,
Questions économiques,

en un mot, si l'on envisageait les choses à un point de vue scientifique et technologique absolu, et si l'on brochait pardessus le tout une notice historique depuis les temps anciens jusqu'à nos jours. Tout cela pourrait être parfaitement motivé et une semblable étude aurait lieu de nous tenter sans qu'on ait à nous accuser de parler de la lune et du soleil, des Grecs et des Romains, en un lieu où ces sujets intéressants n'auraient rien de mieux à faire qu'en la plaidoirie bien connue de maître Petit-Jean.

Mais si l'Exposition nous apporte un motif de discourir sur tout ce qui l'intéresse et d'étendre nos investigations en deçà et au delà de ce qu'elle nous montre, nous ne devons pas oublier que nous devons rester surtout dans la voie de l'actualité. En constatant les progrès de l'industrie moderne pour ce qui est de la transformation et de l'utilisation artistique des métaux, nous avons à rechercher si ces progrès sont réellement aussi sérieux qu'on voudrait les trouver. En comparant les résultats obtenus à ceux que nous ont montrés des temps plus reculés, nous avons à voir si ces résultats sont le dernier mot d'une industrie dont l'alliance est si intime avec l'art qu'elle ne saurait avoir d'autre limite que la perfection, d'autre loi que le beau, d'autres éléments de vitalité que ceux qu'elle peut emprunter à la nature dans ce qu'elle a de vérité unie à la grâce, dans ce qu'elle impose comme respect de la forme au point de vue des types éternels de pureté et de grandeur que les peuples artistes des premiers âges nous ont légués.

Que notre époque ait conçu à nouveau, sinon créé le réalisme; qu'elle ait été chercher une nouvelle et discutable réalisation de l'art dans la reproduction des éléments plus ou moins informes que la civilisation nous a transmis; qu'elle ait demandé à une reproduction brutale des ressources et des effets, peut-être nouveaux, peut-être vrais, mais à coup sûr condamnés par le bon goût et par le bon sens; qu'elle ait ainsi sacrifié aux tendances superficielles d'esprits fatigués

cherchant l'inconnu et butinant au jour le jour les fleurs ou les fruits malsains qui les tentent, sans souci du lendemain, tout cela n'aura qu'un moment.— La caricature d'aujourd'hui succédera à la caricature de demain laissant le stigmate des ridicules ou des exagérations d'un temps.

La recherche de types vrais, mais vulgaires; d'effets possibles, mais crus; d'objets réels existant dans la nature, mais informes, exceptionnels et en opposition avec les idées de perfection que la création nous a fait concevoir et que la divinité nous inspire, cette recherche peut s'appuyer sur des bases existantes et emprunter sa raison d'être à un état positif où se balancent le beau et le laid, le vrai et l'absurde, le grand et le petit, à une situation anormale avide de substituer l'exception au fait; mais elle ne constitue pas l'art. Pour nous, si ce n'est l'aberration, c'est le caprice, c'est la fantaisie. Pour nous, c'est une voie peut-être séduisante qui, dans toutes les œuvres de l'esprit humain, peut compter de nombreux adeptes, — qui est susceptible d'être entraînante parce qu'elle nous prend sur le vif de nos mœurs, de nos habitudes, de nos penchants, — qui peut être tolérable à un certain degré parce qu'elle marque la trace des tendances d'une génération où l'industrie domine l'art, où le métier absorbe l'esprit, où la vie matérielle déborde l'intelligence.

Mais, encore une fois, ce n'est pas ce culte du beau, du grand, dont la pratique nous élève et nous inspire; ce n'est pas l'art dont la marque ineffaçable reste et s'impose de génération en génération, restant éternelle comme toutes les grandes choses de la création.

Donc, en parlant des bronzes et des fontes d'art, nous avons à distinguer ce qui est vraiment l'art, de ce qui est la fantaisie, de ce qui est la mode. La fantaisie et la mode dirigées par le bon goût peuvent, il est vrai, être encore de l'art. Elles peuvent, tout en abordant les sujets les plus disparates, rester soumises aux règles de l'art et ne pas l'absorber dans son entier au profit du métier. Sous ce rapport, elles méritent une attention particulière. Elles sont alors, ou elles doivent être une des manifestations de *l'art industriel*, et dans cette situation se relier par le bon côté à cette expression moderne adaptée à une application ancienne; car, les artistes de l'antiquité comme ceux du moyen âge, comme ceux des derniers siècles, les potiers et les mouleurs, les bronziers et les ciseleurs de Rome et d'Athènes, les Palissy, les Benvenuto, les grands fondeurs florentins de la Renaissance, les Keller leurs successeurs, les ouvriers habiles du siècle de Louis XIV furent tous, dans l'acception la plus complète et la plus glorieuse du mot, des artistes industriels.

La distinction que nous venons de chercher à établir entre l'art vrai et ses écarts, que ces écarts s'inspirent de telles ou telles tendances plus ou moins recherchées dans le domaine de la fantaisie, cette distinction semble résulter de la classification elle-même admise par la rédaction de la commission impériale pour les produits de la classe 22,

Nous voyons en effet, sous l'appellation générale :

Bronzes d'art, fontes d'art diverses et ouvrages en métaux repoussés

se détacher successivement les sous-titres suivants qui viennent indiquer d'eux-mêmes là où domine l'art, là où apparaît le métier.

Bronzes d'art, statues, bas-reliefs.
Fontes d'art, statues, ornements.
Bronzes de décoration et d'ornement.
Imitation de bronze, objets de fantaisie en zinc, étain et alliages divers.
Repoussés en cuivre, en plomb, en zinc.

Mais, dans la classe 22 comme partout ailleurs aux divers groupes de l'Exposition, malgré l'esprit de méthode qui a pu présider au rangement des objets exposés, malgré la disposition spéciale des constructions qui a voulu prévoir un agencement systématique réunissant dans un même espace les objets similaires, et permettant ainsi des rapprochements qui doivent être la base d'une étude sérieuse, il faut reconnaître qu'on ne rencontre pas tous les bronzes, toutes les fontes d'art, tous les travaux en repoussé ou en galvanoplastie, tous les produits en cuivre, en plomb, en zinc, qui se relient par la matière, par le dessin, par la fabrication, à un ordre de choses analogues comme la classification adoptée avait entendu le prévoir.

Nous aurons donc à chercher ailleurs que dans la classe 22, par exemple dans la classe 3, *œuvres d'art*, et notamment dans la classe 40, *produits des industries extractives* où se trouvent des bronzes et des fontes d'art très-remarquables, tous les sujets d'étude qui nous intéresseront, sans nous préoccuper des causes qui ont pu faire écarter tel ou tel produit de son emplacement normal. Nous signalerons avec une égale attention, en le rencontrant à travers l'Exposition, tout objet qui nous semblera digne d'être examiné, du moment que la création de cet objet aura admis comme élément de fabrication un des métaux industriels cuivre, fer, zinc, plomb ou étain, et comme base typique la recherche de formes décoratives plus ou moins heureuses, mais prétendant, de loin ou de près, emprunter à l'art sa première raison d'être.

Toutefois, afin de donner à notre étude le caractère méthodique dont elle a besoin, pour que nos lecteurs, pas plus que nous, n'aient à s'égarer dans le dédale d'un pareil travail, nous chercherons à suivre les divisions indiquées plus haut d'après le catalogue officiel, en concentrant ces divisions dans trois chapitres ainsi compris :

Bronzes d'art et d'ornement. Imitation de bronze et zinc, étain et alliages divers.

Fontes d'art, statues bas-reliefs et ornements en fonte de fer.

Travail des métaux repoussés. Objets d'art obtenus par la galvanoplastie.

Chacun de ces chapitres se subdivisera en autant de corollaires que nécessiteront les sujets que nous traiterons. Mais nous ne garantissons pas, voulant faire la part du hasard et de la fantaisie dans le soin de nous guider, que ces corollaires se classeront avec l'esprit de méthode qui pourrait nous être demandé en dehors de celui que nous avons voulu mettre à bien séparer les trois parties principales de notre travail.

1.

Les artistes anciens, tout comme les artistes modernes, ne reconnaissent pas de matière plus élevée que le bronze. A celui-ci donc le droit de passer le premier.

Ni le zinc, ni l'étain, ni les alliages de ces métaux avec le cuivre, autres que ceux qui forment le bronze destiné à la reproduction des œuvres d'art, ni la fonte, métal né d'hier, quelles que soient aujourd'hui la précision de son moulage, la netteté de ses surfaces, ne peuvent donner à la création de l'artiste la beauté et la grandeur, la solidité et la vie que lui apporte le bronze. Inoxydable, et par suite d'une durée indéfinie, tant qu'il n'est pas soumis aux influences désorganisatrices des acides, se conservant dans l'air, dans l'eau, dans la terre; dur et malléable, susceptible d'être poli et ciselé avec une finesse de détail et une perfection qu'aucun autre métal, parmi ceux dont nous nous

occupons ici, ne saurait permettre à un égal degré; apte à prendre toutes les patines, à recevoir les métaux les plus précieux qu'il s'approprie et dont il se recouvre aisément et solidement, tel est le bronze que les peuples des âges les plus reculés ont connu, employé, travaillé ; tel est le métal sur lequel les années ont passé sans lui imprimer d'autres traces que celles du souvenir des temps héroïques, d'autre marque que celle d'une noblesse incontestable, due à ses qualités, à son bon service, autant qu'à son âge.

La place du bronze est marquée dans la tradition de toutes les nations, de la Chine aux Indes, de la Grèce à Rome, chez tous les peuples artistes, même chez les barbares, qui façonnaient l'airain grossièrement, mais qui le recherchaient comme le métal utile, comme le métal noble par excellence. Partout on trouve le bronze en honneur, et, chose étonnante, qu'on le rencontre mécaniquement ou par alliage, accidentellement ou industriellement, presque toujours il se présente dans des conditions de combinaison sinon toujours identiques, mais souvent peu différentes de celles que nous admettons aujourd'hui, et que nous reconnaissons comme les meilleures, au point de vue de la durée, de la sonorité, de la solidité, de l'aptitude à prendre une patine remarquable.

Évidemment, les anciens ignorèrent longtemps les bases d'un alliage régulier. Leurs premières œuvres durent d'abord admettre le cuivre comme base unique ; mais soit combinaison accidentelle, soit rapprochement fortuit de ce métal avec l'étain, le plomb et même le zinc qui paraît avoir été employé beaucoup plus tard que les autres composants du bronze, il est certain que le bronze, ou plutôt l'airain, pour l'appeler par le nom qui semble lui avoir été donné d'abord, se retrouve dans les objets antiques que nous examinons aujourd'hui, avec les éléments d'un alliage qui tend à se rapprocher de celui pratiqué par les fondeurs modernes.

Les Romains et les Grecs qui ne connaissaient pas le zinc, ou qui du moins ne semblent pas avoir extrait et travaillé ce métal à l'état normal, admettaient pour leurs bronzes des alliages, dont la moyenne peut indiquer les proportions suivantes :

Cuivre........................	99	parties.
Étain.........................	6	—
Plomb.........................	6	—

Ou encore :

Cuivre........................	62	—
Étain.........................	32	—
Plomb.........................	6	—

Des armes romaines ont donné à l'analyse :

Cuivre................................	81
Étain.................................	19

Des monnaies et des médailles accusent du cuivre et du zinc dans le rapport de 45 à 1 et de faibles parties d'étain et de plomb.

Des statuettes et des objets d'ornement en bronze retrouvés en France sur divers points où ont séjourné les cohortes romaines, indiquent des alliages de :

Cuivre........................	72	parties.
Étain.........................	24	—
Zinc..........................	2	—
Plomb.........................	4	—

Des proportions identiques se montrent dans les bronzes provenant de fouilles faites à Athènes et dans le métal de certaines médailles de l'Attique.

Que ces anciens bronzes aient admis artificiellement ou accidentellement la présence quaternaire des métaux qui forment encore la base des meilleurs bronzes de statuaire, que le zinc surtout, dont la connaissance à l'état métallique et la classification parmi les métaux usuels ne date guère que du seizième siècle, se soit trouvé par hasard dans l'alliage, amené avec les terres et les gangues adhérentes aux autres métaux composants ou à la suite de toute autre circonstance éventuelle, il est certain qu'on ne saurait trouver une plus grande analogie entre les proportions que nous citons et celles qu'admettaient les fondeurs du siècle dernier et que nous admettons encore.

Ainsi, le titre des bronzes usités par les Keller indique moyennement :

Cuivre.	91.40
Zinc.	5.60
Étain.	1.60
Plomb.	1.40

Celui des grandes statues en bronze, fondues à Paris au commencement du siècle, montre :

Cuivre.	82.45
Zinc.	10.30
Étain.	4.10
Plomb.	3.15

Celui des bronzes coulés de nos jours se tient entre :

Cuivre.	70	parties.	Cuivre.	82	parties.
Zinc.	25	—	Zinc.	18	—
Étain.	3	—	Étain.	3	—
Plomb.	3	—	Plomb.	1.50	—

Et ces alliages qui semblent satisfaire à la fois, dans les meilleures conditions, les exigences réunies du fondeur, du tourneur, du ciseleur et du doreur, ne sont après tout que des variantes plus ou moins différentes des alliages anciens, que le hasard ou la science aient présidé à ceux-ci et en aient jeté les bases qui, pendant la durée des siècles, ainsi qu'on peut le voir, n'ont pas été prodigieusement modifiées.

Si l'on considère également les proportions de certains bronzes antiques provenant de la Chine ou de l'Inde ; si l'on analyse même le métal de certaines armes celtiques ou gauloises, on trouvera que ces métaux rudimentaires accusent presque invariablement des proportions qui diffèrent peu de celles que nous rappelons ici.

Donc, *rien de nouveau sous le soleil*, à l'endroit de la composition du métal. Rien de bien nouveau non plus, ni comme perfection artistique, ni comme fonte peut-être, puisque dans les chefs-d'œuvre que l'antiquité nous a légués, nous trouvons l'art du statuaire et celui du fondeur élevés à un niveau que nos œuvres modernes ne dépassent pas, même les meilleures.

Tel est le bilan de la fabrication du bronze, envisagée au double point de vue de la composition de la matière et de la perfection du travail.

Où alors chercher les progrès accomplis dans les bronzes nombreux que nous montre l'Exposition universelle? — Il faut le dire, c'est surtout dans une situation presque exclusivement économique, dans une application industrielle

peut-être mieux entendue qu'aux temps passés, mais à coup sûr plus commerciale, plus mercantile, et par le fait plus directement appropriée à nos goûts, à nos besoins, à nos penchants actuels.

Nous examinerons donc l'exposition des bronzes en dehors de la question d'art que nous laissons à d'autres appréciateurs; et si nous avons à exprimer à cet égard une opinion quelconque, ce ne sera qu'au courant de la plume et sans que cela puisse tirer à conséquence, n'ayant pas l'intention, disons-le une dernière fois ici, comme pour ce qui suivra, de porter nos études sur l'examen individuel des œuvres des artistes.

Les points fondamentaux qui dominent la fabrication des bronzes, en écartant l'élément artistique proprement dit, la nature et la qualité du métal, la composition des alliages, sont essentiellement l'établissement des modèles, le moulage et la fonte, la ciselure et le montage.

Ces parties importantes de la fabrication se rattachent à un nombre correspondant d'industries spéciales, qui viennent constituer dans leur ensemble l'industrie des bronzes proprement dite.

L'établissement des modèles est lié intimement à la question du moulage. — Un modèle mal compris donne des pièces d'un moulage difficile, venant malpropres, incomplètes ou trop lourdes à la fonte. — Il est important de démonter le modèle en s'inspirant de deux points de départ différents : le démontage cherché exclusivement pour faciliter le moulage en permettant la sortie des pièces de rapport, en abrégeant et en rendant plus sûr le travail du mouleur; le démontage employé pour simplifier d'une manière absolue les opérations du moulage et de la fonte et amener des pièces plus simples, exigeant des ouvriers moins habiles, pouvant être obtenues plus légères à l'aide de noyaux moins compliqués et mieux appuyés dans le moule.

Dans le premier cas, le démontage est une affaire de métier; il a besoin d'être appliqué avec la connaissance certaine des règles de la fonderie, mais il importe peu en résumé au résultat définitif, savoir l'obtention de la pièce purement terminée au point de vue de la forme artistique. — Dans le second cas, au contraire, il s'agit d'observer des coupes habiles, de telle sorte que les parties accessoires qui sont coulées à part puissent être rapportées sans choquer l'œil, sans altérer la forme, sans être reconnues ou soupçonnées en un mot.

Là, il faut un certain respect du modèle qui ne peut être inspiré que par le sentiment bien compris de l'art, et qui fait du modeleur l'*alter ego* de l'artiste créateur, quand ce n'est pas celui-ci qui dirige le démontage de son œuvre.

La constitution du modèle est donc un travail d'artiste. Il en est de même du travail de ciselure et de montage. — La conservation de la forme, l'entente des effets, le soin particulier à accorder aux nus et aux parties principales des bronzes, afin que ces parties puissent ressortir parfaitement des accessoires, la valeur à donner aux détails suivant leur importance, telles sont les qualités qu'on doit demander au ciseleur, comme au monteur. Et le mérite d'un bronze est certainement d'autant plus grand, que l'ouvrier disparaît en pareil cas pour faire place à l'artiste.

Chez le mouleur, au contraire, on recherchera plutôt l'ouvrier habile, l'exécutant adroit et rapide. — Chez le fondeur, l'ouvrier soigneux, apte à comprendre et à produire les alliages, à verser le métal au degré de pureté et de température voulues pour obtenir des pièces saines et aussi nettes que le moule bien établi peut et doit les donner.

Au moyen âge, l'histoire nous montre des artistes qui étaient à la fois les créateurs, les modeleurs, les monteurs et les ciseleurs, les mouleurs et les

fondeurs de leur œuvre. — Nos ancêtres ont revu depuis ces hommes au talent si multiple, et sans doute nous les retrouverions encore. — Mais à notre époque, ce sont des exceptions rares, et tout ce que nous pouvons demander aux œuvres que nous montre l'Exposition, c'est un ensemble de talents réunis qui assure de belles choses, sinon de grandes choses, et nous donne des œuvres de goût inspirées par le sentiment de l'art, sinon des chefs-d'œuvre.

Sous ce rapport, le fabricant, ou peut-être, à proprement parler, plutôt l'entrepreneur de bronzes, peut montrer un mérite réel; celui de savoir choisir et diriger ses hommes, de savoir découvrir là où est la chose, qui est l'art, et de conduire cette chose à travers les opérations difficiles et complexes de l'exécution, jusqu'à ce qu'elle se montre terminée dans des conditions irréprochables.

C'est ce mérite que doivent récompenser les jurys, c'est ce mérite que doivent chercher et mettre en relief les expositions. — A-t-il été trouvé toujours? et les quelques noms qui se partagent presque exclusivement depuis des années les distinctions réservées à l'industrie des bronzes, ces noms ont-ils été l'expression exacte et indiscutable du véritable progrès, la représentation positive du talent incontesté?

Tout en écartant ce sujet, sauf à le reprendre plus tard, et en évitant de rechercher si tels ou tels fabricants ne sont autres que des marchands heureux, ignorants des questions d'art et des questions de métier, nous dirons que dans aucune industrie, plus peut-être que dans celle qui nous occupe, les récompenses ne devraient atteindre un plus grand nombre de collaborateurs.

Si la collaboration est sérieuse, est positive, est décisive, c'est surtout dans une situation, où l'art préside et domine, portant son influence sur toutes les branches d'une industrie.

Dans l'industrie du bronze, qu'il s'agisse des bronzes d'art ou des bronzes dits d'imitation, les grandes villes, les capitales seules peuvent produire des œuvres sérieuses et variées, que ces œuvres s'inspirent de l'art ou de la fantaisie. — Il ne s'agit pas ici d'une industrie vulgaire facile à conduire à l'aide de machines ou de bras dirigés par une somme déterminée d'intelligence et de savoir. — Il faut ici du talent partout, depuis l'origine qui est le modèle, jusqu'aux travaux complémentaires qui sont la ciselure, le montage, le bronzage et la dorure.

En quelque point de la fabrication des bronzes que l'observateur s'arrête, il faut qu'il trouve du talent et du savoir, de l'habileté et de l'adresse, du goût et du soin. — L'élément mécanique disparaît pour faire place à l'initiative; l'action automatique s'efface devant la manifestation de l'intelligence.

C'est pourquoi, nous le répétons, s'il est juste de distinguer les promoteurs capables de diriger et de conduire à bon port une telle industrie, il est équitable aussi de faire la part large aux auxiliaires, dont l'action imprime un cachet ineffaçable aux œuvres qu'ils ont aidé à créer.

Il est trop facile, en pareils travaux, de copier un voisin heureux, de lui enlever à prix d'or l'artiste ou l'ouvrier qui le mettent en relief, pour que la gloire du résultat soit attribuée au fabricant seul, à celui peut-être qui n'a été qu'acheteur ou vendeur.

Une usine mécanique bien montée, pourvue d'engins nombreux, marchera sous une impulsion intelligente, que les ouvriers s'effacent ou disparaissent. — Il n'en sera pas de même au cas où l'artiste et l'ouvrier refusant leur concours, la fabrique, même la plus habilement constituée, sera obligée de s'arrêter.

Il y a du mérite évidemment à savoir s'entourer d'hommes capables, à savoir les diriger en combinant leurs travaux en vue du succès; mais ces

hommes capables, qui ont contribué au résultat que toute l'intelligence et l'habileté possibles n'auraient pas obtenu sans eux, ces hommes capables, c'est vers eux que nous voudrions voir se tourner au moins quelques-unes de ces distinctions qui atteignent leurs chefs.

Nous ne ferons pas, après tout, de reproches au jury. — On nous dirait que les collaborateurs ne sont recherchés que là où les chefs d'industrie les indiquent, et cette réponse, malheureusement fondée dans la plupart des cas que nous pourrions citer, nous laisserait en présence de l'égoïsme humain, contre lequel tous, tant que nous sommes, nous ne pouvons éviter de nous heurter.

Au reste, nos réflexions, peut-être trop longues, ne se lient qu'à cette partie de l'industrie des bronzes, où la question d'art surtout est en jeu. — S'il s'agit des bronzes de commerce ou des bronzes dits d'imitation, il est évident que l'influence du fabricant devient d'autant plus grande que la personnalité de l'ouvrier s'affaiblit et tend à disparaître.

Il y a lieu ici de créer à bon marché, tout en sauvegardant le plus possible la question d'art et de bon goût, reléguée à un plan accessoire.

Dans cette situation, l'industrie parisienne accuse chaque jour des progrès nouveaux et positifs. — L'étude du dessin et du modelage, dont le goût et l'habitude pénètrent de plus en plus parmi les classes ouvrières, est l'élément principal qui, tôt ou tard, imposera l'art à une industrie qui ne peut exister sans lui et qu'il domine déjà jusque dans la plupart de ses œuvres les plus modestes.

A l'Exposition actuelle, comme aux expositions précédentes, la France, représentée par sa capitale, n'a pas cessé d'occuper le premier rang, qu'il s'agisse de bronzes d'art ou de bronzes de commerce. — L'ouvrier parisien, artiste d'instinct, est à même de s'inspirer à des sources trop abondantes et trop saines, pour qu'il ne fasse pas preuve d'habileté et de goût jusque dans ses moindres travaux. — Sur douze à quinze mille ouvriers des diverses industries du bronze qu'on trouve à Paris, trois à quatre mille peut-être sont de véritables artistes, capables d'imprimer à leurs œuvres un cachet de goût, de fantaisie gracieuse et d'exécution parfaite, qu'on ne retrouverait pas ailleurs.

Mais si, comme importance de fabrication[1], comme perfection et mérite des produits, la France l'emporte encore, ne nous dissimulons pas que de sérieux efforts ont été tentés depuis quelques années par des nations rivales, et que la Belgique et l'Allemagne, entre autres, nous montrent aujourd'hui des œuvres très-sérieuses, dignes de toute notre attention, et à la hauteur des meilleures choses que nos fabricants ont exposées.

Les grandes expositions universelles, qui ont précédé le concours auquel nous assistons, ont été un enseignement pour les peuples industriels, nos concurrents sur le grand marché de l'univers. — Et chez ces peuples où, par la force des choses, la matière avait partout jusqu'ici dominé, on a cherché à remonter le niveau de l'art et à inculquer aux ouvriers le sentiment du dessin et la recherche d'un goût plus épuré.

Aussi voyons-nous dans l'Exposition des nations que nous venons de citer, et dans celle même des peuples moins avancés comme industrie, sinon comme art, la manifestation de travaux véritablement intéressants.

1. Les exportations de la France, qui atteignaient pour l'industrie des bronzes, en 1862, un chiffre de près de 50 millions, sont descendues, en 1866, au-dessous de 30 millions. Cet abaissement est dû en grande partie à l'état des affaires, mais il faut remarquer néanmoins que des États qui n'exportaient pas, ou exportaient à peine et prenaient chez nous, se sont mis à nous envoyer leurs produits depuis quelques années.

Citons entre autres : la Prusse qui montre des fontes et des bronzes remarquablement exécutés, depuis la statue colossale du roi Guillaume, jusqu'à la réduction du monument de Frédéric le Grand. — Ce dernier travail est traité, en outre d'un véritable mérite artistique, avec une perfection de détails dans la ciselure et dans le montage, qui est à la hauteur de ce que nous avons de plus complet dans la section française ;

L'Autriche, chez laquelle vingt et un établissements divers ont pris part au concours, et exposent entre autres des bronzes de fantaisie, d'un cachet tout parisien ;

L'Italie qui a envoyé de très-beaux bronzes d'art, qu'ils soient dus aux artistes modernes ou qu'ils soient la reproduction des chefs-d'œuvre de l'antiquité et du moyen âge ;

La Belgique, dont les bronzes d'art sont bien compris et qui montre des travaux importants comme fonte de zinc ;

La Russie, où des maisons françaises ont importé la fabrication des bronzes et qui accuse dans cette industrie de réels progrès et des tendances véritablement artistiques, qu'on peut constater en examinant un aigle gigantesque exposé dans le jardin, des candélables et des panneaux de porte remarquables, la collection des bustes des empereurs de Russie, due comme l'aigle dont nous venons de parler, à la maison de F. Chopin, de Saint-Pétersbourg.

Nous ne parlerons que pour mémoire des autres nations qui ont peu ou qui n'ont point présenté de bronzes à l'Exposition : de l'Angleterre, qui n'a que deux exposants, et qui n'a pas envoyé de bronzes de commerce, qu'elle commence pourtant à produire d'une façon sérieuse; de l'Espagne, qui ne présente qu'une seule exposition d'objets en bronze; du Portugal, qui n'expose pas dans la classe 22; de la Turquie; de l'Égypte et de la Grèce, qui montrent des bronzes byzantins d'un caractère incontestablement intéressant, mais qui n'apportent rien de nouveau comme progrès de l'art et de l'industrie.

Évidemment, tous les produits dont nous parlons s'effacent, quelque mérite qu'ils présentent, en dehors de la question d'art proprement dite, devant les travaux de l'industrie parisienne.

Ceux-ci accusent, comme ensemble, nous n'avons pas besoin de le répéter, des résultats considérables qui semblent assurer pour longtemps la suprématie de la France.

En nul endroit, du reste, ailleurs qu'à Paris, on ne saurait trouver les éléments complets de la fabrication des bronzes. — Artistes, modeleurs, fondeurs, ciseleurs, monteurs, tout ce qui se relie à l'industrie dont nous nous occupons et est appelé à la conduire à sa perfection, se trouve à Paris, les uns travaillant chez les patrons, les autres chez les façonniers, les autres en chambre et pour leur compte, conservant leur liberté d'action et travaillant, au gré de leurs tendances, tantôt pour un fabricant, tantôt pour un autre.

C'est à ceux-là surtout, comme dans tant d'autres industries parisiennes, qu'on doit l'initiative de perfectionnements comme invention et comme économie, que n'enfante pas toujours à un égal degré le travail en fabrique.

A ce point de vue, l'examen détaillé des objets exposés présenterait un grand intérêt, si l'on pouvait rechercher la paternité réelle de bien des choses qui attirent l'attention des gens de goût et des hommes du métier. — Mais, devant la difficulté d'envisager de la sorte l'exposition des bronzes, de même que devant l'impossibilité de juger autrement que sur l'*étalage* des œuvres qui sont recouvertes de patine, qu'on ne peut peser, ni démonter, ni même examiner sérieusement pour apprécier les qualités de la fonte, du montage, de la cise-

lure, nous ne pouvons que signaler en masse les expositions les plus intéressantes.

Il nous suffira donc de nommer :

— Parmi les bronzes d'arts, les produits des maisons Victor Thiébault, Barbedienne, Delafontaine, Victor Paillard, Levolle, etc.

Les animaux de MM. Mène, Dietsch, Caïn, Peyrol, Cana.

— Entre les fabricants de bronzes d'ameublement, les maisons Denière, Graux-Marly, Raingo, Lévy frères.

— Enfin, parmi les fabricants de pendules et d'objets de fantaisie en bronze, en zinc et en alliages divers, les maisons Boy, Lefèvre, Miroy frères, Delfau, Vuilherme, etc.

La maison Victor Thiébaut semble devoir, depuis quelques années, monopoliser les grands bronzes. — Eck et Durand, Soyer et Inger, Gonin et Richard, tous les fondeurs habiles du commencement de notre siècle ont successivement disparu pour faire place à des fabricants nouveaux, artistes sans doute, mais recherchant bien plutôt l'écoulement de leurs œuvres dans les produits du commerce que dans l'interprétation des statues monumentales. — Comme grande fonderie de cuivre, en dehors des fabriques de bronzes, proprement dites, la maison V. Thiébault seule est restée, suivie de plus ou moins loin par quelques établissements rivaux, s'occupant plus de la fonderie industrielle que de la fonderie d'art : la maison Broquin et Lainé, à Paris, la maison Voruz, à Nantes, par exemple.

Est-ce à dire que la fonderie V. Thiébault a fait de tels progrès qu'elle justifie d'une manière absolue la réputation qu'on lui attribue et l'estime en laquelle la tiennent les artistes? Nous croyons qu'on risquerait de s'aventurer en confirmant cette assertion sans aucune pensée restrictive.

La fonderie des grands bronzes, entraînant avec elle des frais assez considérables comme main-d'œuvre de moulage, de montage et de ciselure, exige l'avance de capitaux importants, autant pour parer aux dépenses d'une fabrication généralement lente et coûteuse, qu'à celles de la fourniture du métal. — C'est pourquoi de très-bons ouvriers et des artistes très-remarquables ont dû s'effacer très-souvent devant des difficultés d'argent dont nous n'avons pas à expliquer autrement les causes.

De là, toutefois en grande partie, la rareté des établissements spéciaux pour la fonte des statues monumentales. — Cette rareté a-t-elle empêché le progrès? a-t-elle pu faire qu'un établissement recherché des artistes, et presque uniquement en possession aujourd'hui de la coulée des grands bronzes, soit resté à peu près stationnaire, et se départissant trop peu de procédés surannés et routiniers? Nous le pensons volontiers.

Nous parlons ici, bien entendu, de la fonte qui, tenant plus du métier que de l'art, est appelée à progresser dans une autre mesure que la question d'art proprement dite, laquelle est de tous les temps et procède d'un élément que l'étude et le travail ne fournissent pas seuls.

Les procédés de moulage par la cire perdue sont trop lents et trop dispendieux pour l'impatience moderne.

S'ils respectaient l'œuvre de l'artiste, s'ils permettaient d'obtenir d'un seul jet les contours les plus riches comme décoration, les plus compliqués comme détails, ils entraînaient une telle dépense de temps, de tels soins, de telles chances de perte d'un moule et d'un modèle péniblement créés, que notre époque à la vapeur devait forcément les écarter.

Quelques rares fondeurs pratiquent encore la cire perdue, mais c'est plutôt en Italie qu'en France, où cet art semble avoir complétement disparu.

On peut voir à l'exposition italienne un spécimen curieux de fonte en cire perdue, due à un fondeur français, attaché à la Fonderie royale de Florence [1]. Ce type, qui est un modèle de colonne triomphale, assez médiocre comme dessin, est très-remarquable comme fonte. — Qu'on se figure un fût évidé, montrant à l'intérieur un escalier cylindrique, pourvu d'un chapiteau orné, bordé d'une balustrade à jour et surmonté d'une statuette; tout cela coulé d'un seul jet, à une épaisseur prodigieusement faible et pesant ensemble 6 à 7 kilog. pour une hauteur de $1^{m},50$.

Ce qu'il a fallu de temps et de persévérance pour arriver au terme d'un tel travail est véritablement étonnant, pour qui connaît la pratique du moulage.

Cette œuvre impossible, devant laquelle auront passé des milliers de visiteurs sans qu'elle ait soulevé un instant d'autres regards que ceux des passants distraits, cette œuvre a coûté à l'habile ouvrier qui l'a produite à temps perdu, en dehors de son travail normal, trente-trois mois de patience et de volonté. — En supposant que ces trente-trois mois, qui comprennent huit mois de modelage et d'apprêt, sept mois de moulage, fonte et ciselure, dix-huit mois de séchage, aient pu être réduits de moitié, même des deux tiers, si l'ouvrier avait consacré à ce travail la totalité de son temps, on reste encore devant une dépense de temps considérable, qui fait qu'on se reporte, malgré soi, aux œuvres des artistes patients et laborieux de la Renaissance, et qu'on est tenté de se demander si de telles œuvres sont encore de notre siècle.

Des procédés d'exécution comme ceux que nous citons ne sont plus, aujourd'hui, du domaine de nos tendances industrielles. C'est de l'art rétrospectif plutôt que du travail ouvrier; et cependant cet art, tellement rare à présent qu'il doit sembler caduc aux fondeurs hâtés de nos jours, cet art inspire encore une telle confiance à certains fondeurs, en Italie, que l'habile praticien dont nous parlons nous disait avec conviction : « Par le moulage en cire perdue, je prendrais l'engagement de mouler une colonne de 50 mètres d'élévation et de la couler d'une seule pièce, avec tous ses accessoires, le tout à une légèreté de métal impossible par les procédés ordinaires, avec du temps et de la dépense, il est vrai, mais peut-être avec pas beaucoup plus de temps et d'argent qu'on en dépenserait pour obtenir un monument exécuté dans les conditions qui ont présidé à la fabrication de la colonne Vendôme. »

Qu'on trouve dans cette opinion une exagération, que nous admettons, et sur laquelle nous ne discuterons pas, nous pensons néanmoins que de tels procédés de moulage, aujourd'hui perfectionnés et aidés par toutes les ressources dont dispose l'industrie moderne, ne seraient peut-être pas à rejeter absolument et seraient peut-être les seuls qui permettraient d'obtenir des objets gigantesques d'un seul jet, avec des épaisseurs très-faibles, et une finesse de détails que ne donnerait pas à un égal degré le moulage en sable, même le plus soigné.

Au moulage en cire perdue, les anciens fondeurs ont opposé le moulage en terre; puis de nos jours est venu le moulage en sable par assises, et enfin le moulage en châssis, qui est celui en usage aujourd'hui, et qui est considéré comme le plus rapide et le plus économique au point de vue de l'exécution pure et simple du moule.

1. Nicolas Molerat, que j'ai eu sous mes ordres alors que j'ai fait exécuter les grandes fontes décoratives de la place de la Concorde et des Champs-Élysées, était un habile ouvrier mouleur et fondeur en fer. Peu d'ouvriers, à ma connaissance, ont poussé plus loin la passion du métier. Celui-ci s'est fixé depuis longtemps en Italie, où il fait à la fois de la fonderie de bronze et de fer.

Les procédés de moulage en sable demandent des mouleurs très-habiles et une matière particulièrement appropriée à un tel travail. — Sous ce dernier rapport, les fonderies de Paris, — les fonderies de bronze du moins, car c'est une autre question pour les fonderies de fer, — possèdent à la fois les meilleurs mouleurs, et peut-être les sables les plus propices à une coulée bien réussie du bronze.

Ces éléments fondamentaux assurent évidemment à la fabrication parisienne une grande supériorité. Mais, cela n'empêche pas la fonderie des grands bronzes d'être encore à l'état rudimentaire, au point de vue de l'outillage, et de ne savoir chercher la réussite que par un démontage trop répété des détails et même des parties importantes dans les pièces à fondre.

Cette manière de procéder est évidemment plus simple, plus facile, plus économique, puisqu'elle exige des mouleurs moins habiles, puisqu'elle permet d'éloigner certains défauts de coulée et d'obtenir des épaisseurs plus faibles; mais elle rentre davantage dans le métier que les anciennes méthodes de moulage. — Ce n'est pas que nous voulions lui reprocher la simplicité qu'elle cherche et l'économie qu'elle réalise. — Nous la discutons seulement au point de vue de la grande fonderie, de la fonderie artistique, comme la comprenaient encore les derniers représentants des Keller. Nous regrettons qu'il n'y ait plus, dans le bronze, d'ouvriers assez habiles, ni de fondeurs assez exercés pour rechercher dans les procédés nouveaux ou dans la combinaison de ces procédés avec les méthodes anciennes, les moyens de reproduire ces belles épreuves qui n'étaient pas sans défaut, sans doute, mais qui sortaient du moule tout d'une pièce, hardies et rigides, apportant au sculpteur son œuvre d'une seule masse de bronze, tout comme s'il l'avait taillée dans le métal ou dans le marbre.

Avouons que quand, dans notre étonnement, nous entendons dire aujourd'hui : la fonderie Thiébault vient de couler la *culotte* de telle statue [1], la tête du cheval, le manteau, etc., nous sommes vivement peinés, dans notre amour-propre de fondeur, qui voudrait trouver de grandes choses exprimées par de grandes œuvres, et qui regrette de voir que, par économie ou par insuffisance, nos fondeurs actuels, même ceux qui sont renommés, découpent en morceaux des bronzes qui n'ont de monumental que l'apparence.

En dehors de cette tendance à diviser les modèles qui amoindrit l'œuvre du sculpteur, et qui doit faire disparaître les bons ouvriers mouleurs, on pourrait chercher si les alliages sont toujours bien observés, si les métaux sont bien choisis, si la coulée est décisive, faite à point, assez chaude sans exagération, assez abondante pour que les parties élevées du moule viennent pleines, nettes, vives, sans défaut.

Là est une question d'expérience qui repose sur la tradition dont s'inspirent certaines maisons et qui leur donne une supériorité réelle. — C'est ainsi qu'en examinant, à la classe 40, des bustes exposés par la fonderie Victor Thiébault, on reconnaît que ces bustes ont été moulés et coulés avec un talent véritable. — Rien qu'à l'examen des surfaces, on reconnaît que la matière est mince, égale d'épaisseur et d'un alliage satisfaisant. — En voyant les jets multiples attachés encore aux pièces coulées et retenus par des tranches d'une délicatesse extrême, d'un nombre suffisant pour bien amener le métal dans toutes les parties du moule, d'une section tellement exacte que ces tranches se détachent d'elles-mêmes, sans efforts, sans emporter la matière et trouer la pièce, on regrette de ne pas voir au nombre des récompensés l'habile mouleur qui a produit un tel

1. Par cette expression significative, les ouvriers entendent la partie inférieure de la statue, les deux jambes démontées et privées de tout accessoire.

travail, et qui doit être un des rares ouvriers d'élite qu'on peut trouver encore à Paris.

L'exposition de la fonderie Lainé et Broquin (ancienne maison Détourbet), qui avoisine l'exposition Victor Thiébault, montre des bustes moins réussis que ceux dont nous parlons. — Comme circonstance atténuante, notons, bien que ce ne soit pas strictement du domaine de notre étude actuelle, que les bronzes de mécanique et la robinetterie Lainé et Broquin sont généralement mieux traités et semblent d'une fabrication plus étudiée et plus surveillée que les objets analogues de l'exposition Thiébaut.

Nous aurions encore beaucoup à dire et bien des œuvres à citer, si notre travail ne devait avoir des limites restreintes. — Nous aurions aussi bien du temps à dépenser si nous voulions nous arrêter devant chaque exposant et discuter le mérite de ses produits au triple point de vue artistique, industriel et commercial.

Il nous suffira de revenir rapidement sur quelques-uns des noms déjà cités et de noter rapidement nos impressions devant l'exposition de certaines maisons dont la réputation n'est plus à faire. — Rappelons ainsi :

La maison Barbedienne, dont l'heureux chef, parvenu aujourd'hui au sommet de son industrie, a su s'entourer d'artistes de talent et d'ouvriers habiles. — La réputation de cette maison s'est appuyée au début sur la reproduction et la réduction intelligente des chefs-d'œuvres de l'art antique, à l'aide des procédés Collas. — Editeur d'abord, M. Barbedienne est devenu à son tour fabricant de bronzes et a su joindre à l'exploitation d'un procédé industriel, appliqué en principe à la vulgarisation de l'art, l'attrait que sollicitent les bronzes modernes.

Un choix bien compris des modèles, une étude attentive de la fabrication, une surveillance sévère de l'exécution comme respect de la forme au moulage et à la ciselure, tels sont les éléments qui ont placé la maison Barbedienne au premier rang et qui lui ont attiré une clientèle sérieuse qui ne veut pas être banale et qui recherche avant tout l'art dans son aspect le plus sévère et dans son expansion la plus pure.

MM. Paillard, Marchand, Denière présentent, comme la maison Barbedienne, de beaux types en bronze; mais généralement leurs modèles sont moins épurés et offrent un caractère plus commercial. — On sent que chez ces fabricants, l'alliance est plus cherchée entre l'art proprement dit et la décoration. — La transition entre le bronze d'art et le bronze d'ameublement est plus sensible. — Si la maison Barbedienne paraît vouée davantage à l'antique, celles-ci semblent s'appuyer à un degré plus prononcé sur la reproduction ou l'imitation des œuvres de la Renaissance. — Elles tendent peut-être plus aussi vers la fantaisie. — Des dorures plus abondantes, l'emploi de patines de différents tons, qui ne sont pas toujours heureux, l'abus des bronzes noirs, tout cela indique, non pas l'absence d'habileté, de capacité, d'intelligence des fabricants que nous citons, et qui sont réellement des maîtres dans leur industrie, mais la nécessité de pourvoir aux besoins d'une clientèle moins exigeante à l'endroit de l'art dans sa simplicité et dans sa sévérité, mais plus à la recherche du luxe dans l'ensemble, des effets criards et de la richesse apparente dans les accessoires.

Jaloux du reste de reporter sur les hommes qui ont concouru à leur réputation une partie des faveurs du jury, MM. Barbedienne, Marchand, Paillard et Denière sont les seuls, entre tous les exposants français de la classe 22, qui ont signalé leurs coopérateurs.

M. Barbedienne, entre autres, dont la maison est hors concours, et qui paraît avoir atteint la plus haute limite des honneurs qu'un fabricant puisse espérer,

a fait accorder des médailles de bronze aux cinq principaux contre-maîtres de ses ateliers, et une médaille d'or à M. Sevin-Constant, un sculpteur habile dans l'art de créer et de disposer les ornements.

Nous félicitons M. Barbedienne, qui a profité de sa position comme membre du jury de sa classe, pour venir en aide à ses collaborateurs. — Mais pourquoi faut-il attendre, ceci est un reproche que nous n'adressons pas à la classe 22 seulement, que les chefs de nos grands établissements industriels soient saturés de récompenses, qu'ils n'aient plus rien à désirer, pour qu'on les voie un jour appeler l'attention publique sur les hommes qui les ont aidé à créer leur fortune et leur gloire ! — Pourquoi faut-il regretter que, même chez ceux qui n'ont plus qu'à se reposer dans la réputation qu'ils ont ou qu'on leur a acquise, on ne trouve que par des exceptions rares, comme celles que nous signalons, les collaborateurs avoués et récompensés !

Les jurys, sans doute, ne feraient qu'acte de justice et de bonne volonté, en recherchant eux-mêmes ces collaborateurs qu'on leur cache et qu'il serait facile de découvrir. — Mais où rencontrer des hommes ayant le temps et le désir de s'occuper de pareilles choses si simples, si naturelles, si équitables ? A quelles mains confier le soin d'empêcher le personnalisme de faire sa trouée et de marcher seul en avant, laissant le vide derrière lui ? — Ce n'est pas facile à trouver. — Bornons-nous donc à nous extasier devant les faits trop rares de collaborations récompensées qu'ont pu laisser passer la satiété des exposants en nom, ou la volonté de quelques hommes d'élite ayant assez de cœur pour reconnaître qu'ils n'ont pas tout fait à eux seuls et que ceux qui les ont aidés ont bien mérité, eux aussi, de l'industrie reconnaissante.

MM. Delafontaine, Servant, Raingo frères, qui ont obtenu des médailles d'or ont également de beaux modèles et des bronzes bien traités comme fonte, comme montage et comme ciselure. — Mais chez eux l'ameublement domine la statuaire, et c'est surtout comme grands ornemanistes qu'ils ont été récompensés, plutôt que pour leurs figures, dont quelques-unes ne sont pas du goût le plus épuré.

Les animaux de MM. Mène et Caïn, qui sont à la fois artistes sculpteurs et éditeurs de leurs œuvres, sont très-remarqués. — La porte du baptistère de Florence est bien autre chose comme finesse dans les détails, perfection dans l'exécution, réussite dans la fonte et dans la retouche, que cette copie grattée, polie, mise en dépouille, dont M. Villemsens nous montre une réduction. C'est ici que les vieux fondeurs, amis de la cire perdue, pourraient faire, avec raison, le procès du moulage en sable.

Comme bronzes bien compris, soit au point de vue de la décoration, soit à celui de l'exécution, citons encore quelques pièces à voir dans les expositions de MM. Graux-Marly, J. Graux, Lemaire, Charpentier et Cie, Buisson et Levaux, etc. — Chacune de ces maisons a ses tendances et marque ses produits d'un cachet particulier qui lui est imprimé évidemment par les exigences d'une clientèle qui vient plutôt des pays étrangers que de la France. — En cette situation, on s'explique qu'à côté de très-bonnes et très-estimables choses, il se glisse des œuvres d'un goût quelque peu douteux ou d'une exécution plus ou moins faible.

Nous arrêterons ici des citations qui, pour la plupart des exposants dont nous aurions à parler, se résumeraient par la conclusion que nous venons d'énumérer et qui revient à dire ceci : Des œuvres bien comprises partout, à côté de travaux faciles, lâchés, incorrects, qu'on sent imposés par les besoins du commerce ou qui résultent de ces erreurs que le fabricant le plus habile ne peut toujours éviter, et qui lui font reconnaître, une fois le bronze amené à son achèvement, que le modèle, qui lui a plu d'abord, que la moquette dont il s'est en-

goué n'ont pas répondu à son attente et ont trahi son goût, en même temps que son expérience.

Le jury a été peu prodigue de récompenses, et surtout de récompenses élevées pour les producteurs de bronzes dits d'imitation. — C'est malheureux ; car, dans cette voie, l'exposition accuse de véritables progrès, non pas seulement comme industrie, mais comme art. — Nous voulons bien admettre, et nous reconnaissons, sans un instant d'hésitation, que l'art a moins à voir dans les bronzes qui font appel au zinc ou à l'étain, que dans les bronzes composés à l'aide de la matière d'élite, résultant des alliages du cuivre, que les âges ont consacrée, et dont la beauté comme la durée sont incontestables. — Mais, cette part faite aux bronzes, il faut reconnaître, dans ce qui est leur imitation, les efforts d'une industrie nouvelle, appropriée aux besoins matériels de notre époque, et mettant sinon l'art, du moins le semblant de l'art, aidé par un sentiment très-certain du vrai et souvent du beau, à la portée du plus grand nombre.

Sous ce rapport, les fabricants de bronzes imités doivent être distingués à l'égal de tous ceux qu'une production active et importante, en même temps que recherchée au dedans et au dehors, amène à faire progresser la fortune commerciale et la gloire industrielle de la France.

Qu'on vienne dire en examinant, dans la classe 22, les bronzes à côté des zincs ou de toutes autres imitations en alliages mous, que ces imitations ne sont pas classables, qu'elles n'ont aucun rapport avec l'art industriel : c'est un considérant que ne saurait admettre un observateur impartial. — Que de tels produits ne soient pas de l'art exclusivement, nous le voulons bien ; qu'ils ne soient pas considérés au même degré, ou plutôt au même point de vue que les bronzes, nous le voulons encore. — Mais alors il fallait leur attribuer un classement différent et les ranger dans une catégorie plus industrielle sans doute, mais non moins digne d'attention.

En somme, si l'on excepte certains articles informes, qui n'ont d'autre mérite que leur excessif bon marché, et qui ne se recommandent ni par des motifs heureux ou bien compris, ni même par une fabrication soignée, il faut reconnaître qu'il y a, dans quelques expositions des fabricants de bronzes d'imitation, des choses bien réussies et qui feraient dire, en voyant certains bronzes douteux qui les avoisinent, que mieux vaudrait un bon zinc d'un modèle épuré et d'une fabrication intelligente, qu'un mauvais bronze d'un goût mauvais et d'une exécution risquée.

Si parmi les zincs imitant le bronze on rencontre beaucoup trop de ces erreurs de goût et de bon sens, comme ces grotesques informes qu'on a trop répétés, comme ces types crûment coloriés qui visent à l'effet et rappellent avec trop de vérité les bons hommes en plâtre que vendent, dans les campagnes, les marchands ambulants, — il faut reconnaître qu'il y a entre des tentatives malheureuses, beaucoup d'essais réussis, non-seulement comme pastiches de bronzes, mais comme effet reproduit de véritables bronzes.

Certains sujets, retouchés avec soin, recouverts d'une dorure ou d'une patine bien comprise, même de peinture, quand cette peinture est faite avec goût et dans le style voulu, certains objets, disons-nous, au milieu des expositions de la Compagnie anonyme de Bruxelles, des maisons Blot et Drouard, Lefèvre, Boy, Vuillerme, Robin frères, etc., appellent un examen sérieux et ne sont pas indignes de l'attention des gens de goût.

Qu'on se dise, après tout, que les *zincs d'art* ou les imitations de bronze répondent à des besoins importants que les bronzes réels ne peuvent satisfaire, en raison de leurs prix élevés, que ces imitations satisfont aux demandes multiples d'une clientèle étrangère qui apporte sur notre marché ses fantaisies, ses goûts

le plus souvent distincts des nôtres, mais ayant leur raison d'être, bonne ou mauvaise, et l'on reconnaîtra que là, comme pour la fonte de fer, on est en face d'une industrie sérieuse, qui, sans détrôner le bronze, est appelée à développer le goût et l'attrait de l'art parmi les masses, dans des conditions particulières où le bronze ne saurait réussir.

L'industrie des zincs fondus imitant le bronze ne date pas de loin, du reste. — Il y a à peine vingt ans que la Société de la Vieille-Montagne, voulant ajouter une nouvelle branche d'écoulement à sa production, s'entendait avec un fabricant de bronze intelligent, M. de Braux d'Anglure, et organisait, rue de Ménilmontant, une première fonderie de zincs d'art. — L'élan donné, cette fabrication s'est répandue ; elle est devenue aujourd'hui assez importante pour représenter un chiffre d'affaires considérable, qui ne pourra que s'accroître. — Dans les mains de producteurs intelligents, sachant choisir leurs modèles, sachant faire retoucher à un degré suffisant la matière rebelle que fournissent des creux métalliques, comprenant que la décoration peut emprunter tout autant à une patine sobre et solide qu'à une peinture criarde ou à une dorure sans consistance, l'industrie dont nous parlons doit non-seulement vivre et s'étendre, mais elle doit prendre une place de plus en plus accentuée dans la série importante des industries exclusivement parisiennes.

A cet égard, elle mérite, de la part de la grande industrie du bronze, son aristocratique sœur, une attention qui n'est pas à dédaigner, à raison de la concurrence sérieuse qu'elle peut lui apporter un jour, bien qu'il y ait place pour toutes deux au soleil de l'avenir, parce qu'elles seront le plus souvent appelées à agir dans des milieux différents et à s'adresser à des sources forcément divergentes, la médiocrité et la richesse.

A. GUETTIER,
auteur de *la Fonderie en France*, etc., Membre de la Société des Ingénieurs civils.

XXXII

ART MILITAIRE

Par MM. Michel ROUS et P. SCHWAEBLÉ.
Anciens Élèves de l'École polytechnique.

(Pl. LXII, fig. 1 à 24 *bis.* — Pl. LXIII, fig. 25 à 56. — Pl. LXIV, fig. 57 à 72.)

I

ARMES PORTATIVES, par M. Michel ROUS.

Tous les engins que l'homme a imaginés pour l'attaque ou pour la défense sont compris dans deux divisions principales : 1° les armes assez légères pour qu'un seul homme puisse les manier ou les transporter, ou armes portatives ; 2° l'artillerie proprement dite.

Le tableau suivant indique le classement des différentes armes portatives, en même temps qu'il explique les dénominations qu'il est le plus important de connaître.

<table>
<tr><td rowspan="2">ARMES OFFENSIVES OU POUR L'ATTAQUE.</td><td>ARMES DE MAIN.</td><td>1° Armes de choc. Ce sont probablement les plus anciennement employées. Exemple : le bâton, la massue, la masse d'armes, etc.
2° Armes tranchantes qui, agissant par une arête taillante, peuvent diviser les corps et pénétrer plus profondément, comme la hache, le sabre très-recourbé.
3° Armes d'estoc, ou armes aiguës, qui sont encore mieux construites pour pénétrer profondément : l'épée, le poignard, etc. On appelle armes de hast les armes d'estoc qui sont fixées sur de longues hampes, comme la pique, la lance.
4° Armes d'estoc et de taille. Ce sont celles qui peuvent être employées à la fois pour percer au moyen de la pointe et pour blesser avec le tranchant. La plupart des sabres de la cavalerie moderne sont dans ce cas.</td></tr>
<tr><td>ARMES DE JET.</td><td>Les objets que l'on peut lancer pour blesser l'ennemi à distance portent le nom de projectiles. On appelle armes de jet tous les systèmes qui servent à lancer des projectiles. Dans l'antiquité, nous trouvons la fronde qui servait à imprimer une grande vitesse à des pierres ou à de petites masses métalliques ; le javelot, petite arme d'estoc qu'on lançait à la main ; l'arc, avec lequel on lançait les flèches ; les arbalètes, etc. A notre époque, la force expansive de la poudre a remplacé toutes les autres forces qui avaient été employées pour envoyer les projectiles à de grandes distances ; les armes de jet de cette sorte prennent le nom d'armes à feu. Par opposition, on nomme armes blanches toutes celles dont l'usage n'exige pas une charge de poudre.</td></tr>
</table>

ARMES DÉFENSIVES.

Les ARMES DÉFENSIVES sont destinées à protéger la fragilité du corps humain contre les coups des armes offensives. Elles comprennent tout ce qui tend à ce but depuis le bouclier d'osier du sauvage jusqu'aux armures d'acier.

Ces classifications des propriétés des armes ne séparent pas en groupes nettement tranchés toutes les armes portatives en usage; au contraire, beaucoup d'armes ont des applications multiples appartenant à des classes différentes. Nous avons vu que certains sabres sont armes d'estoc et de taille. Le fusil, armé de sa baïonnette, est à la fois arme de jet et arme de main, arme à feu et arme blanche, et, sous ce dernier rapport, arme d'estoc ou plutôt arme de hast. L'importance de la classification n'en est pas moins très-grande pour l'étude des armes. Suivant chaque destination particulière qu'elle peut recevoir, une arme doit satisfaire à certaines conditions qu'on étudie surtout avantageusement par la comparaison avec celles qui n'ont qu'un seul emploi et qui le remplissent très-bien. C'est pour avoir négligé cette observation que beaucoup d'inventeurs ont proposé pour les armées des fusils qui n'avaient aucune valeur comme arme de main.

Les sabres et les épées, au moyen de combinaisons de mouvements qui font l'objet de l'escrime, peuvent servir à parer les coups des armes de main; ils reçoivent aussi une application défensive. On ne considère pourtant comme armes défensives que celles qui protégent le corps en le couvrant et ne servent pas à l'attaque.

Armes de pierre.

« Les premières armes, dit Lucrèce, furent les mains, les ongles et les dents, comme chez les animaux; puis on employa les pierres et les branches d'arbre.» Il est permis de supposer que l'homme n'a pas tardé à se faire des auxiliaires des objets matériels qu'il avait sous la main; livré à ses seules ressources physiques, il était trop inférieur aux animaux, en agilité ou en force. Du reste son état de nudité devait lui procurer fréquemment des avertissements capables d'attirer son attention et d'appliquer son intelligence. Les épines des arbres, les cailloux du chemin lui apprirent bientôt les effets des pointes et des tranchants. Le jour où l'homme a ramassé une pierre que les forces naturelles lui avaient livrée à peu près taillée, qu'il en a eu essayé sur une branche d'arbre le tranchant qui l'avait blessé lui-même, il a eu à la fois à sa disposition un outil et une arme : ce jour-là, il a fait le premier pas vers la domination qu'il devait s'assurer plus tard sur les animaux et sur la matière. On peut donc dire que la douleur a fourni les premiers enseignements.

Les succès obtenus multiplièrent les efforts intellectuels et les inventions. Après avoir mis à profit la dureté et la forme des corps pour les appliquer à divers usages, apprécié les qualités et les défauts, on se servit de ces premiers outils pour en fabriquer d'autres meilleurs.

L'Exposition universelle met sous nos yeux, sinon ces premiers travaux de l'humanité, au moins des produits de l'industrie primitive appartenant à l'antiquité la plus reculée. Parcourez le musée de l'histoire du travail. Vous ne verrez pas sans émotion ces ébauches d'armes et d'outils de la première période de l'âge de pierre. L'homme ne connaissait pas encore les métaux. Tous ces objets ont été grossièrement mais bien péniblement travaillés avec des ciseaux de même matière. Ajoutez que l'ouvrier n'avait pour marteau qu'un caillou, que l'objet auquel il voulait donner la forme n'était pas maintenu; vous pourrez alors vous faire une idée du temps qu'il a fallu, si vous comptez les nombreuses

facettes qui ont été taillées successivement. Nous avons une autre base d'appréciation; ces objets ont été trouvés dans des tombeaux où le respect de nombreuses générations les avaient conservés jusqu'à notre époque; ils ont été enfouis comme objets précieux alors, afin d'honorer ceux qui les avaient possédés.

Les figures de 1 à 5 représentent des armes et des outils de la première période de l'âge de pierre, dessinés à l'exposition du Danemark ainsi que la plupart des autres dont nous parlerons plus tard. Nous avons pris nos types dans l'exposition danoise pour toutes les armes anciennes; d'abord cette nation, dont nous avons tous admiré l'héroïsme dans une lutte inégale, a réuni à la fois la collection la plus complète et la mieux classée; de plus nous avons trouvé chez M. Valdemar-Schmidt, directeur de cette section, la science la plus aimable et une complaisance qui nous ont permis de faire sans peine une étude complète.

Dans la période suivante les procédés se sont améliorés, la forme devient régulière; les traces du ciseau toujours visibles sont marquées par des facettes plus petites (figures de 6 à 12). Enfin dans le poignard représenté de grandeur naturelle (figure 13), dans les haches et les pointes de flèche (figures 14 à 19), la surface est régulièrement polie; on trouve des trous percés assez régulièrement, des évidements pour alléger les haches et les rendre élégantes, en même temps que le pourtour de l'œil est renforcé d'une manière savante. En un mot nous trouvons les armes de pierre dans leur plus grande perfection. Mais ce qui caractérise aussi cette période c'est le grand nombre d'engins qui sont purement des armes et non plus des outils destinés à plusieurs usages.

La nature de la pierre employée varie avec le pays; les anciens Danois employaient le silex principalement; mais aussi d'autres pierres dures comme la serpentine et quelquefois aussi des calcaires; on a trouvé dans la Tamise des haches en granit. Mais ce qu'il y a d'éminemment remarquable c'est la similitude d'invention même pour la forme que l'on trouve chez les nations les plus différentes et qui n'avaient pas de communications entre elles. En Russie, en Danemark, en Angleterre, en France, en Suisse, en Allemagne, en Océanie nous trouvons des armes semblables, faites avec des matières analogues. L'étude de ces premiers travaux nous semble conduire plus sûrement que celle des signes physiques des races à prouver l'unité de l'espèce humaine. L'homme est plus caractérisé par l'intelligence que par la couleur et les traits du visage; il est de la plus haute importance de pouvoir constater qu'au moins pour parer aux premières nécessités, le jeu des organes intellectuels (si l'on veut permettre cette expression figurée), a été partout le même et a produit les mêmes résultats, ce qui suppose un organisme unique.

Les tribus qui n'ont pas exploité les métaux et qui se servent encore d'instruments et d'armes de pierre nous offrent de curieux spécimens de cette industrie primitive; leurs produits complètent nos renseignements sur les premières armes qu'ils nous présentent emmanchées et prêtes à servir. L'arme de main la plus usuelle, celle qui se présente le plus souvent, c'est la hache. Nous la trouvons fixée par des cordes soit entre les deux parties d'une branche d'arbre courbée (Australie, fig. 20), soit à l'extrémité du manche engagée dans une fente, comme la hache d'un chef de la Nouvelle-Calédonie (fig. 23), soit à plat contre une branche coudée (Marquises, fig. 24), soit encore encastrée dans une pièce de bois percée comme celle provenant des anciens Galibis qui est envoyée par la Guyane (fig. 21) et celle (24 *bis*) qui provient des Marquises.

Armes de bois.

Pendant la période de pierre et après, le bois a été employé soit pour emmancher les armes, soit pour faire des armes directement. On a employé les cornes

(planche LXII, fig. 19 *bis*), les os des animaux et les arêtes des poissons. On comprend que des gens qui taillaient le silex et la serpentine pouvaient facilement fabriquer des armes de bois toutes les fois que cette substance présentait une résistance suffisante. Beaucoup de bois durs sont dans ce cas et peuvent servir à faire des armes dangereuses, surtout pour les peuplades qui sont nues ou tout au plus fort mal protégées par leurs vêtements. Le bois a servi à faire des épieux, des javelots qu'on lance à une petite distance. On peut en voir un spécimen à l'exposition des îles Hawaï.

Mais c'est surtout l'Australie qui nous présente le bois employé avec beaucoup d'imagination et de variété pour constituer l'armement presque entier des indigènes. L'exposition australienne est très-complète et fort intéressante. Ici encore, comme chez tous les peuples primitifs, l'arme la plus répandue c'est la hache ou casse-tête (figures 2, 3 et 4).

La masse revêt des formes diverses, mais en général fort traditionnelles et commodes pour l'usage; toutes ces armes sont généralement bien en main, pas trop lourdes. Il n'est pas douteux qu'une longue expérience, dont la tradition conserve les résultats, aura appris à ces peuples les dimensions essentielles, le poids, l'angle du tranchant etc., qui conviennent le mieux.

Boomerang. — L'arme la plus curieuse de l'Australie c'est le boomerang; arme de main et projectile, il tient encore du sabre par son tranchant et du casse-tête par son poids. Le boomerang (figure 5) est légèrement tranchant par tout son pourtour extérieur et intérieur ainsi que par ses extrémités ; mais l'angle tranchant est assez grand pour qu'on puisse le serrer sans se blesser. Il est pourtant, à cause de sa courbure, très-capable de remplir l'office d'arme tranchante quelle que soit la partie qui frappera l'ennemi. Sa courbure est presque celle d'une portion d'arc de cercle prolongé de chaque côté par des lignes droites. Les indigènes lancent cette arme à d'assez grandes distances ; ils peuvent lui faire décrire une courbe presque horizontale de manière qu'elle revienne frapper au point de départ ou qu'elle puisse atteindre un ennemi protégé contre les coups directs. Tous les voyageurs qui ont visité l'Australie sont d'accord pour reconnaître le curieux emploi de cette arme et l'adresse avec laquelle les indigènes savent atteindre le but. Le mouvement particulier du boomerang a attiré l'attention des mécaniciens [1].

Armes de jet.

On lança d'abord des pierres à la main ; on dut reconnaître qu'en faisant tourner le bras on pouvait leur imprimer une plus grande vitesse et les envoyer plus loin. Le perfectionnement de ce procédé fut la fronde, qui est encore employée dans quelques pays. On voit à l'exposition des colonies françaises des pierres choisies pour la fronde qui varient de dimension entre la grosseur d'un œuf de dinde et celle d'un petit œuf de poule. Elles viennent de Taïti.

Un autre procédé consista à fixer la pierre à l'extrémité d'une branche fendue qui la maintenait jusqu'à ce que la vitesse fût suffisante. On tournait ce bâton armé comme une fronde, mais sans doute avec moins de précision. La fronde a été employée dans les armées. Enfin, on a frappé la pierre avec une pièce de bois formée en spatule par le bout, et c'est le point de départ des machines balistiques.

Mais, avant l'invention de la poudre, les projectiles les plus efficaces des armes

1. On lit dans le catalogue anglais pour l'Exposition universelle : « *From this movement of this simple instrument sir Thomas Mitchell introduced the boomerang propeller in maritime steam-engines.* »

portatives ont été des armes d'estoc. Il y en a de deux sortes principales : les javelots et les flèches.

Les javelots ont été employés dans toute l'antiquité romaine par les armées régulières; ils sont encore en usage chez beaucoup de peuples en dehors de l'Europe. Surtout entre les mains des cavaliers, quand ils participent à la vitesse d'une charge à fond, ce sont des armes redoutables, s'ils ne sont pas lancés de trop loin. Mais la flèche suppose des combinaisons plus étudiées que toutes les peuplades n'ont pas également bien traitées. On peut voir à l'Exposition universelle un arc antique (exposition danoise), les arcs et les flèches des Japonais, des Siamois, de certaines tribus de l'Inde. La longueur de l'arc était limitée par la taille des hommes; on avait même intérêt à les faire plus courts pour la commodité du service; c'est ce qui a conduit à la forme dans laquelle le bois avait à ses extrémités une courbure en sens contraire de celle qu'elle doit prendre dans le tir des flèches.

Beaucoup de peuples, en dehors de l'Europe, ont augmenté l'effet des javelots et des flèches en empoisonnant les pointes de ces armes. On empoisonne aussi dans certains pays les pointes des armes faites de fer ou d'acier. Plusieurs de ces poisons (entre autres le *curare*, employé dans la partie la plus sauvage de l'Amérique du Sud) ne sont mortels que s'ils sont introduits dans le sang par une blessure ; on peut sans danger manger le gibier que les flèches empoisonnées ont abattu.

Il faut citer, dans l'Amérique du Sud, les boules liées avec une courroie et que les cavaliers de ces pays savent lancer avec une adresse redoutable.

Le *lasso*, employé dans les mêmes régions pour prendre les chevaux et les bœufs sauvages, peut être rangé parmi les armes de jet en ce sens que le nœud coulant est projeté sur l'animal qu'on veut terrasser. Le lasso a été souvent employé dans les guerres qui ont si longtemps troublé ce pays.

Matière des armes portatives. (Planches LXII, LXIII et LXIV.)

Les matières dont les hommes ont pu disposer ayant plus ou moins de résistance, ont contribué plus que toute autre cause à limiter ou à accroître leur puissance. A ce point de vue, on distingue dans la marche de l'humanité trois âges ou époques distinctes : 1° l'âge de pierre, dont les plus anciens tombeaux et les débris lacustres nous donnent des spécimens; 2° l'âge de bronze; 3° l'âge de fer. On peut noter comme une quatrième période distincte celle où l'acier a été assez généralement employé ; enfin peut-être l'avenir marquera-t-il, comme une cinquième époque, le perfectionnement apporté à la fabrication de l'acier et son emploi en grandes masses, qui est d'une réalisation toute récente et pour lequel nous avons été devancés par l'Angleterre et par la Prusse.

Dans l'âge de bronze, nous trouvons des haches, des haches celtiques, des fers de lance, des couteaux et même des rasoirs; la forme de ces derniers est très-analogue à celle qui est encore en usage. Les figures 31 à 47 représentent divers objets de cette période; ils indiquent une fabrication déjà très-remarquable. Les pointes des lances étaient fixées sur la hampe comme dans l'âge de pierre par des liens ou bien par des rivets de bronze. Plusieurs épées sont très-ornées et fort bien faites; les poignées sont rondes, quadrangulaires ou plates; mais presque toujours la lame est fixée au moyen de rivets par son bord opposé à la pointe; on n'emploie pas ordinairement le moyen qui est en usage aujourd'hui de la prolonger par une tige nommée *soie*.

Ce n'est qu'avec l'emploi du fer et le travail de la forge qu'une partie du métal a été réservée pour servir de poignée ou pour fixer l'arme à une poignée de bois ou d'autres substances.

Dans l'antiquité, la fabrication du fer et par suite le fini des armes a subi plusieurs oscillations. L'exposition danoise nous offre des termes de comparaison au moyen de pièces qui appartiennent à deux époques distinctes et connues. Les premières sont bien forgées et présentent des formes très-arrêtées; on les a trouvées dans des tombeaux avec des monnaies romaines. L'art de travailler le fer avait profité des relations provenant de la conquête des Gaules et de la Germanie. Les pièces, figures 50, 51, 52, appartiennent à l'époque de barbarie qui suivit la chute de l'empire romain. Quoique à l'échelle de 1/5 seulement, ces figures peuvent faire comprendre combien cette fabrication avait rétrogradé et était devenue grossière. Il fallut des siècles pour obtenir des progrès marqués. Nous voyons au musée de l'histoire du travail (salon espagnol) l'épée du Cid (figure 53); elle est d'un travail presque aussi imparfait que les précédentes. De pareilles armes étaient des massues autant que des armes tranchantes. Les figures 48 et 49 représentent des haches à deux tranchants employées par certaines peuplades d'Afrique.

A l'époque des premières croisades, l'armement était aussi imparfait. C'est ce qui explique la grande réputation qu'ont eue les lames dites de *Damas*, qui venaient surtout de la Perse et de l'Inde. Les Orientaux se servaient déjà à cette époque d'acier fondu pour leurs armes portatives et ils savaient alors le produire et le travailler avec un art qu'ils ont en partie oublié. Aujourd'hui ces sabres de l'Orient ne valent nullement le haut prix auquel on les estime quelquefois. J'ai à ce sujet une opinion très-arrêtée et fondée sur de longues études que j'ai pu faire en Turquie et en Perse. Le métal des anciennes lames est très-dur, il donne un excellent tranchant. La courbure augmentait cette faculté tranchante; on comprend qu'avec un sabre oriental bien manié on peut couper une tête d'un seul coup. Mais cet acier n'a aucune flexibilité; il se rompt au moindre porte-à-faux ou en rencontrant des corps résistants. Les Orientaux tiennent pourtant toujours ces sabres en grande estime. En Perse on ne peut pas avoir un beau sabre ancien pour moins de deux cents francs, et j'en ai vu qui étaient estimés jusqu'à cinq cents toumans, environ six mille francs; ces prix, qui ne tiennent pas à des ornements, mais uniquement à la qualité de l'acier, sont entièrement de convention; ils résultent de la nature des dessins du damas, qui révèlent une fabrication connue, estimée par tradition et dont les spécimens sont devenus rares. On paye très-cher un sabre du Khoraçan ou de certaines provenances indiennes, comme chez nous on achète à haut prix des pièces de porcelaine de vieux Sèvres. Les armuriers d'Asie sont très-experts dans la connaissance de ces vieilles lames; je les ai éprouvés très-souvent en présentant à plusieurs *oustad* ou maîtres ouvriers des lames à estimer; sans aucune exception ils indiquaient la même provenance et ils variaient très-peu dans l'indication du prix. Mais toujours ils ont été forcés de convenir que la grande valeur attribuée à certaines lames ne correspond nullement à des qualités exceptionnelles pour l'usage.

Il faut avouer pourtant que l'acier damas présente des qualités remarquables pour les petites armes, comme les kandjars (planche LXIII, figure 54). Il donnerait de bons résultats pour les rasoirs ou pour les instruments de chirurgie. J'ajouterai qu'il ne serait pas impossible de régénérer cette fabrication dans les pays où elle a existé; la qualité de ces aciers tenait au mode de fabrication, mais aussi à la nature des minerais employés. Peut-être en préparant des culots d'acier fondu par la méthode qui sert encore aujourd'hui dans l'Inde on reproduirait les anciennes espèces d'acier[1].

1. Dans beaucoup d'armes d'Orient qui présentent les dessins du Damas, la matière est composée de fer et d'acier; mais cette espèce d'*étoffe* est produite d'un seul coup dans le traitement du minerai.

Les lames de Tolède possèdent au plus au degré l'élasticité qui manque complétement aux damas. Elles sont trop connues pour qu'il soit nécessaire d'entrer dans les détails. Je citerai seulement la lame exposée par l'Espagne, qui est pliée en cercle dans une rainure qu'indique la figure 66, pl. LXIV. Quand elle est sortie de sa boîte elle redevient parfaitement droite, ou, en termes du métier, elle n'est pas *faussante*.

Il est indispensable qu'une lame ne soit pas faussante, mais on ne tient plus à cette flexibilité parfaite. On donne même en général aux lames une assez grande roideur qui leur permet de pénétrer au lieu de fléchir, lorsqu'elles rencontrent une certaine résistance. Cela n'empêche pas que la fabrication et la trempe de Tolède ne soient extrêmement remarquables.

En ce moment, l'acier fondu sert ou servira très-prochainement à faire toutes les armes portatives. Il présente toutes les qualités désirables pour les destinations de ces armes, grande résistance, dureté, élasticité.

Armes blanches en usage pour l'offensive.

En dehors des armes à feu, les armes de jet ne sont plus employées que par des tribus restées barbares. Parmi les armes de main, celles de hast sont représentées dans les armées par la lance, pour quelques régiments de cavalerie, et le fusil, armé de sa baïonnette, pour l'infanterie. On aurait tort de croire que les nombreux perfectionnements des fusils diminuent l'importance de la baïonnette pour l'avenir ; sans doute, le tir est devenu plus précis, la portée des projectiles est augmentée, on a les moyens de charger vite et de multiplier les feux ; il résultera peut-être de ces conditions nouvelles, qu'une troupe bien approvisionnée de munitions pourra plus facilement qu'autrefois éviter ou retarder l'attaque corps à corps. Mais entre deux troupes aguerries l'action sera encore décidée le plus souvent à l'arme blanche.

C'est ici le cas de signaler l'importance de ces sabres courts pour l'armement des troupes à pied. Dans une attaque à la baïonnette, après le premier choc, les troupes sont souvent confondues. Alors commence une mêlée furieuse où, les forces décuplées par l'ardeur de la lutte, l'homme se fait arme de tout. L'espace manque pour qu'on se serve de la baïonnette, on se bat à coups de crosses ; le fusil sert de massue ; quand il est brisé, on se sert de pierres, on se prend corps à corps. Les sabres droits et courts sont très-avantageux pour ces luttes suprêmes. Ils servent de plus à beaucoup d'usages en dehors du combat. Mais je considère les conditions de ces armes comme difficilement compatibles avec la destination de sabre-baïonnette qui oblige à les faire légers.

Je citerai comme un excellent modèle le kama, arme nationale des Persans fig. 55, pl. LXIII) ; le kama est long de 40 centimètres environ, tranchant des deux côtés, très-aigu ; la lame est large et forte, un peu lourde. C'est à la fois une arme très-dangereuse et un excellent outil pour couper du bois et pour divers autres usages.

Le kandjar (figure 54) est courbé, tranchant des deux côtés ; la lame plate est renforcée de deux côtés par deux nervures très-saillantes ; on a obtenu une grande roideur avec le moins de matière possible. Le kandjar est léger, bien en main ; on s'en sert en frappant de bas en haut. C'est un poignard très-bien entendu.

On est forcé d'apprécier tout autrement les armes qui sont représentées figures 57 à 65, pl. LXIV) ; elles viennent de l'Inde hollandaise. Plusieurs de ces armes hérissées de pointes empoisonnées, sont aussi dangereuses pour leur propriétaire que pour l'ennemi ; il est difficile d'y toucher sans se blesser, Elles sont très-mal

en main et les poignées sont généralement mal faites et mal placées. Ce sont des débauches d'imagination, créées uniquement dans le but de faire le plus de mal possible, sans qu'on ait cherché à discuter les diverses conditions qu'elles avaient à remplir. La même observation s'applique au poignard d'origine indienne, représenté figure 56. Pour se servir de cette arme ou la saisir par la traverse *a*, les deux branches *b*, *b* bordent la main de chaque côté ; la lame courte et forte se trouve ainsi prolonger le bras.

Les sabres turcs et persans, fig. 68 et 70, procèdent du raisonnement et sont bien conçus, mais toujours exclusivement pour l'attaque. En partant de la poignée, la lame est droite, puis elle est fortement courbée. La partie droite est plus longue dans le sabre persan que dans le turc ; mais la poignée de ce dernier est mieux établie et plus commode. Ces deux sabres sont les armes tranchantes par excellence. Le yatagan (figure 67) et la flissa (figure 71) ont une double courbure très-bien motivée, que nous avons adoptée pour les sabres-baïonnettes de nos soldats. Le sabre japonais (figure 72) présente une forme très-remarquable ; c'est, comme les sabres européens, une arme d'estoc et de taille ; de plus il peut se manier à deux mains. La poignée est recouverte de soie tressée, le tranchant est excellent. La figure 69 représente une épée indienne, qui est employée en Perse.

Nous n'avons fait que citer les lances dont l'usage est très-restreint dans la cavalerie européenne. On pourrait s'en servir plus généralement si on les faisait moins lourdes, moins solides et à bon marché, de manière qu'après le premier choc, le cavalier pût les jeter et s'armer du sabre. Parmi les populations orientales armées de lances, les Kurdes, Persans et Turcs présentent cette arme dans les conditions qui nous semblent les meilleures. Leur lance est plus longue que la nôtre, mais infiniment plus légère ; la hampe est un fort roseau qui offre une solidité très-suffisante.

Armes défensives.

Nous ne parlerons pas des armures du moyen âge et des armes portatives redoutables qu'on avait imaginées pour briser ou écraser les corps qu'elles protégeaient. L'Exposition universelle est très-incomplète sous ce rapport, et nos musées nous offrent d'ailleurs assez de ressources sur ce sujet qui est fort connu du public.

La première arme défensive a été le bouclier de clayonnage ou de bois ; plus tard, l'homme a su se protéger aussi avec des pièces fixées sur son corps et lui laissant plus de liberté de mouvements. Depuis le perfectionnement des armes à feu et l'emploi sérieux de l'artillerie, les lourdes armures ont disparu. Dans notre armée, nous n'avons que quelques régiments de cavalerie munis d'une cuirasse ; les sapeurs du génie, pour certains travaux des siéges, ont une lourde cuirasse et un casque. Ajoutons qu'il est si difficile de travailler ainsi surchargé que, malgré le danger des têtes de sape, les sapeurs ont la plus grande répugnance à les garder. Les cuirasses des cuirassiers ont été perfectionnees en France, il y a quelques années ; on les fait en acier fondu, plus légères et plus commodes. Mais les nouvelles cuirasses, comme les anciennes, sont une défense fort incomplète contre la mousqueterie. Elles n'ont aucune valeur pour arrêter les balles de mitraille ou les grosses balles que peuvent lancer rapidement des systèmes de fusils de rempart perfectionnés dont la place est marquée pour l'avenir sur les champs de bataille. Comme la plus légère des cuirasses est fort incommode, il est possible qu'on finisse par y renoncer complétement.

Mais si les armes défensives ne peuvent pas protéger contre les projectiles,

elles ont une grande importance pour les combats à l'arme blanche, à la condition d'être légères et de gêner le moins possible les mouvements des hommes. Il est certain que les Arabes sont très-utilement protégés contre des coups de sabre par les plis de leurs burnous ou l'épaisseur de leur coiffure. Le turban des Kurdes, le bonnet de feutre persan et l'épais manteau du Caucase produisent le même effet. Les guerriers japonais portent un vêtement défensif qui paraît avoir été combiné avec soin. Enfin, dans nos armées, les buffleteries, les manteaux en sautoir, les schakos, ont souvent joué le rôle de pièces défensives. Il est possible qu'il y ait des études profitables à faire dans cette voie, en cherchant à utiliser les diverses parties de l'uniforme et à les compléter pour donner à nos soldats une protection contre les armes blanches dans les luttes corps à corps.

CONCLUSIONS.

Les appréciations générales qui résultent de cette étude sont qu'il y a peut-être lieu de chercher les moyens de multiplier les armes défensives, mais en les modifiant profondément ; nous pouvons puiser à cet égard des enseignements dans les usages des peuples moins avancés que nous sous beaucoup de rapports.

Pour l'infanterie le fusil est très-perfectionné, comme arme à feu ; il n'a pas été aussi étudié comme arme de main. Le fantassin doit avoir à sa disposition une arme courte. Il est possible que celles des armées européennes qui ne sont malheureusement plus données à tous les soldats, doivent être perfectionnées.

La cavalerie a été depuis les dernières guerres l'objet de nombreuses études et même d'attaques passionnées. On a été jusqu'à nier son utilité, et quelques écrivains ont proposé de la supprimer presque complétement. Sans contester le courage et le patriotisme des cavaliers, il est certain que dans plusieurs événements militaires récents, ils n'ont pas joué le rôle important qu'avait eu leur arme encore au commencement du siècle. Faut-il améliorer l'instruction des hommes, perfectionner le harnachement? Tout cela est avantageux ; mais c'est surtout de l'armement qu'il faut s'occuper. Depuis trente ans, l'armement de l'infanterie a été l'objet de modifications radicales et celui de la cavalerie n'a fait aucun progrès.

La lance est peu employée et ne peut probablement être utilisée d'une manière complétement avantageuse que par des peuples qui la portent constamment et qui sont rompus à tous les exercices d'équitation. Le sabre ne peut servir que dans la mêlée; c'est comme l'épée courte pour l'infanterie. Il est sans effet au premier choc de deux escadrons ou pour enfoncer un carré, à cause de son peu de longueur. C'est ici le cas de citer un essai qui a été fort remarqué il y a quelques années, le fusil des cent gardes prolongé par une épée légère et rigide ; il nous semble qu'un armement tout nouveau, construit d'après cette donnée, doterait la cavalerie d'une puissance nouvelle. Il n'est pas possible de développer cette idée dans ces études nécessairement sommaires.

On observera pourtant qu'à notre époque les mouvements des armées doivent s'effectuer rapidement. Fût-il prouvé qu'on ne peut plus mettre la cavalerie en mesure de culbuter et d'écraser des bataillons, les troupes à cheval n'en auraient pas moins une qualité précieuse, celle de pouvoir se transporter en peu de temps d'un lieu à un autre. Elles pourraient agir comme réserve prête à porter immédiatement secours aux fronts menacés. Si elles étaient armées de carabines à longue portée, bien établies comme armes de main, qui les empê-

cherait de combattre à pied et de défendre une position qu'elles auraient pu occuper avant l'infanterie ennemie ? Si cette application de la cavalerie était généralisée, que l'armement et l'équipement des hommes fussent organisés dans ce but, l'emploi de cette arme serait fréquent et utile.

MICHEL ROUS,
capitaine d'artillerie.

ARMES A FEU.

PAR M. **SCHWAEBLÉ.**

I

Historique. — Premières armes à feu. — Hacquebutes. — Arquebuses à croc. — Premières armes rayées. — Rôle de l'infanterie. — Platine à rouet. — Platine à serpentin. — Pistolet. — Pétrinal ou poitrinal. — Mousquet. — Mousqueton. — Fusil. — Batterie à silex. — Cartouches. — Baïonnette. — Platine à percussion. — Capsules.

L'invention de la poudre, qui remonte au milieu du quatorzième siècle, a complétement modifié l'art de la guerre. Depuis longtemps déjà, on avait lancé des matières incendiaires, à la main ou mieux encore avec des machines. Souvent on avait utilisé les feux grégeois projetés à de petites distances à l'aide d'arbalètes spéciales ou de sarbacanes. Mais on n'avait pu songer encore à l'emploi d'une force d'expansion aussi considérable que celle produite par les gaz dans la combustion de la poudre, et capable de lancer les projectiles à de grandes portées. La puissance de ce moteur parut tout d'abord tellement efficace qu'on n'osa en faire usage que dans des tubes de fortes dimensions. Aussi les premières armes à feu n'étaient-t-elles pas assez portatives pour qu'on ait pu penser à les introduire dans l'armement individuel des soldats de l'infanterie.

Les premières armes à feu, d'après Froissart, ont été employées en avril 1340, sous Philippe VI de Valois, lors d'une tentative des Français, commandés par le duc de Normandie, contre les fortifications du Quesnoy : « *Mais elle était si bien pourvue de bonnes gens d'arme et de grande artillerie que les Français eurent perdu leur peine à les assaillir. Nonobstant ils escarmouchaient quelque peu devant les barrières, mais on les fit retraire; car ceux du Quesnoy décliquèrent canons et bombardes qui jetaient grands carreaux. Les Français se boutèrent sur leurs chevaux, et, se retirant, ardèrent tous les bourgs et villages jusques auprès de Valenciennes.* » (FROISSART.) Au début donc, les armes à feu ont été des bouches à feu, composées d'un simple tube en fer, lançant pierres et carreaux, et employées surtout dans l'attaque et la défense des places. Quelques années après le siége du Quesnoy, à la bataille de Crécy, si funeste pour les armes françaises, Édouard III, roi d'Angleterre, avait fait placer entre ses archers : « *Des bombardes qui, avec du feu, lançaient des petites balles de fer pour effrayer et détruire les chevaux, et ces bombardes menaient si grand bruit et tremblement qu'il semblait que Dieu tonnât, avec grand massacre de gens et renversement de chevaux.* » (VILLAIN.)

On fut en effet bien plus surpris du bruit que des effets meurtriers produits par ces engins, d'autant mieux qu'on ne pouvait prévoir alors quel serait, quelques siècles plus tard, le succès des armes à feu.

Chacun de ces canons, dits *canons à mains*, était pourtant assez portatif pour qu'un soldat pût à lui seul le manœuvrer. Cette manœuvre consistait à poser l'arme solidement sur deux chevalets, à introduire la charge de poudre et les projectiles (cailloux, balles de fer ou de plomb). Pour transmettre le feu à la poudre, on engageait une mèche enflammée dans une ouverture ou lumière pratiquée latéralement dans le canon. Mais ces armes étaient lourdes, et par suite difficiles à porter et à manœuvrer. En campagne il fallait deux hommes pour porter un tel engin. Un croc ou fourchette en fer, placé sous le canon, en arrière du centre de gravité, était supporté par un premier chevalet, tandis que la bouche était maintenue par le second chevalet, plus petit que le premier. Telles furent les armes désignées sous le nom d'hacquebutes et d'arquebuses à croc. Le royaume de Danemark, dans la galerie réservée à l'histoire du travail à l'Exposition universelle, a placé un débris de canon à main, qui ne permet plus qu'imparfaitement de se rendre compte de ce qu'était autrefois cette arme.

A la fin du quinzième siècle, l'arquebuse fut modifiée. Le canon, jusqu'alors isolé, fut monté sur une armature ou support en bois terminé par une crosse cintrée. Le tireur pouvait ainsi appuyer l'arme contre l'épaule droite : les chevalets furent supprimés, l'extrémité du canon étant seulement supportée par un bâton à fourchette ou béquille appelé *forquine*. La lumière qui était primitivement placée sur la partie supérieure du canon, fut disposée sur le côté avec un petit godet ou réservoir extérieur dans lequel on plaçait quelques grains de poudre comme amorce.

Mais le tir de ces armes n'avait aucune justesse. On chercha, dès cette époque, à les perfectionner. En 1498, Gaspard Zollern, armurier de Vienne, fabriqua le premier des canons munis de rayures intérieures. Il avait observé que les rayures pratiquées à la surface interne de l'arme, parallèles à l'axe du canon et rectilignes comme les générations d'un cylindre, donnaient au tir une grande précision. On conçoit facilement, en effet, que lorsque la balle joue dans l'intérieur de l'arme, elle éprouve avant de quitter le canon, un mouvement irrégulier de bas en haut, une série d'oscillations qui empêchent de prévoir sa direction en quittant la bouche. Aussi ne doit-on pas s'étonner que, en campagne, et même de notre temps, avec les fusils ordinaires, il y ait à peine un coup qui porte sur deux mille coups tirés. Les rayures, dans lesquelles la balle se trouve emprisonnée, qu'elle doit forcément suivre dans l'âme, ont pour but de s'opposer à ces battements, et de lui imprimer une direction déterminée et certaine.

Auguste Kotter de Nuremberg, au commencement du seizième siècle, cherchant à se rendre compte de l'influence du mouvement des projectiles dans l'âme sur leur mouvement dans l'air, disposa des rayures inclinées. Le but de cette inclinaison était de forcer le projectile à prendre un mouvement de rotation dans l'air. Mais quoique les armes rayées eussent été employées surtout au siècle suivant, en Pologne et en Bavière, on abandonna en France cette disposition des parois internes du canon, à cause de la difficulté et de l'embarras du chargement : le chargement des armes rayées s'effectuait alors à l'aide du maillet.

Les Français d'ailleurs n'avaient pas mis un très-grand empressement à adopter les armes à feu, parce qu'ils les trouvaient, avec raison, incommodes et incomplètes. Elles n'étaient, en effet, qu'armes de jet et nullement armes d'hast. Or, depuis longtemps déjà notre infanterie excellait dans le maniement de ces dernières; à elles seules, il est vrai, elles ne pouvaient suffire contre un ennemi pourvu d'armes à feu : pour être complètes, elles devaient permettre à la fois le combat à distance et les luttes corps à corps. Dès le quinzième siècle, sous les règnes de Charles VIII, de Louis XII et de François Ier, il y eut en Italie beaucoup d'artillerie à la suite des armées françaises, mais les arquebuses étaient très-peu

employées par les hommes à pied et encore moins par la cavalerie. Ces armes très-lourdes et très-embarrassantes, puisque les hommes d'armes avaient à leur solde des valets pour les porter, présentaient un plus grand inconvénient encore: en raison de leur mauvaise fabrication, les canons en fer crevaient fréquemment. Quelle confiance le soldat pouvait-il avoir dans un semblable engin, dont il lui était difficile et même dangereux de faire usage, et qui, à un moment donné, pouvait rester inerte entre ses mains?

Si, pendant une certaine période, l'infanterie espagnole a occupé le premier rang en Europe, il ne faut en chercher d'autre cause que dans la répulsion des Français à adopter les armes de jet. Certains chevaliers, habitués à la lance et à l'épée, avaient considéré comme une lâcheté de ne pas combattre corps à corps avec l'ennemi, et de chercher à l'atteindre à une grande distance, sans s'exposer à aucun danger. Mais, après la bataille de Pavie, où les Espagnols durent en grande partie la victoire au feu bien dirigé d'arquebusiers basques, excellents et rapides tireurs, l'ordre fut donné en France de substituer, dans toute l'armée, les armes à feu aux arbalètes. Les grands capitaines de François Ier et de Henri II accordaient dans la tactique militaire une grande supériorité à l'infanterie, mais cette infanterie était trop mal équipée pour que les généraux de cette époque aient pu obtenir les brillants succès que la fameuse *furia francese* leur donnait le droit d'espérer. Au contraire, leurs successeurs ont donné la préférence à la cavalerie légère, à cause sans doute des guerres de religion, guerres de partisans, petits combats, escarmouches auxquels les seigneurs prenaient part plus volontiers à cheval qu'à pied. Pendant ce temps l'arquebuserie ne fit pas de grands progrès. A la bataille de Rocroy pourtant, malgré les embarras de la France qui ne pouvait opposer à l'ennemi qu'une vingtaine de mille hommes, le grand Condé sut faire reconquérir à l'infanterie tout son prestige, toute sa gloire, en la commandant et la faisant manœuvrer comme un général expérimenté, quoiqu'il n'eût alors que vingt-deux ans.

Les armes de l'infanterie française sont donc restées longtemps difficiles à manœuvrer. Il fallait s'occuper à la fois de viser et de porter le feu à la lumière à l'aide d'une mèche. Pour simplifier et accélérer ces opérations, on imagina au seizième siècle la platine à rouet d'abord, puis la platine à mèche ou à serpentin. Le premier système, la platine à rouet, se composait d'un chien qu'on pouvait à volonté approcher ou éloigner du bassinet. L'extrémité de ce chien formait mâchoire de manière à maintenir solidement fixée une plaque d'un alliage d'antimoine et de fer. Une roue dentée, à laquelle on pouvait imprimer un mouvement de rotation à l'aide d'un ressort et d'une détente, pénétrait en partie dans le bassinet. Le chien abaissé, la roue frottait rapidement sur la plaque métallique. Ce frottement rapide faisait jaillir des étincelles qui mettaient le feu à la poudre. Le second système, la platine à serpentin, consistait en une tige recourbée, portant à son extrémité une mèche enflammée. Cette tige mobile, au moyen d'un ressort, pouvait être à volonté approchée du bassinet. Dans les deux systèmes, quand l'arme n'était pas employée, le bassinet restait fermé par une coulisse métallique. L'arquebuse à mèche était réservée à l'infanterie qui, en campagne, devait toujours marcher mèche allumée, tandis que l'arquebuse à rouet, plus légère, et qui exigeait plus de précaution et d'habileté, était l'arme de la cavalerie. La galerie de l'histoire du travail à l'Exposition universelle renferme un grand nombre de spécimens de fusils à mèche et à rouet. Presque toutes les armes qui ont été conservées sont des armes de luxe sur lesquelles on a placé des ornements consistant surtout en incrustations d'ivoire, de nacre et d'argent. Nous indiquerons aux amateurs les armes qui appartiennent à la collection de M. Léopold Double, d'anciennes armes exposées par l'Autriche, le Danemark, la Russie,

la Turquie etc. Toutes ces armes sont très-curieuses et intéressantes à étudier au double point de vue du mécanisme créé par l'armurier, et du travail spécial de l'ornementation exécuté par l'artiste.

Vers le milieu du même siècle, les arquebuses de la cavalerie furent réduites à une longueur telle, qu'on put facilement les tirer à bras tendu. On obtînt alors les pistoles ou pistolets, ainsi nommés parce qu'ils ont été construits pour la première fois à Pistoya, suivant les uns, ou parce que le canon avait précisément le diamètre de la pistole suivant les autres.

Presque à la même époque, on a fait un usage assez fréquent d'une arme désignée sous le nom de pétrinal ou poitrinal ou encore pétronelle. C'était une arquebuse de moyenne longueur qu'on appuyait contre la poitrine.

Au commencement du siècle suivant, les armes de l'infanterie devinrent plus courtes que les arquebuses et prirent le nom de mousquets et de mousquetons. Ces armes, à mèches ou à rouet, étaient du calibre de 20 à 22 pour le matériel de campagne, et de 12 à 16 pour les siéges. Les crosses étaient surtout moins recourbées que celles des arquebuses, elles étaient presque droites. On parvint à en diminuer assez le poids pour pouvoir en armer des compagnies de cavaliers qui prirent alors le nom de mousquetaires.

Enfin on apporta dans le mode d'inflammation de la poudre une grande modification. Au lieu d'obtenir l'étincelle par le frottement, on la produisit par le choc. La plaque métallique, alliage d'antimoine et de fer, fut remplacée par le silex. La poudre contenue dans le bassinet, qui constituait l'amorce, fut enflammée par l'étincelle qui résultait du choc du silex sur une pièce d'acier. On reconnut promptement la supériorité d'un tel système, et toutes les nations de l'Europe s'empressèrent de l'adopter. De cette époque (1646) date le fusil proprement dit (de l'italien *fucile*, pierre) qui fut mis entre les mains des fusiliers.

L'emploi du silex, ou pierre à fusil, était en effet, un immense progrès. Auparavant, il fallait diviser la charge de poudre entre l'intérieur du canon et l'amorce. Les soldats portaient toujours avec eux des poires à poudre dont la partie supérieure était recouverte d'une boîte cylindrique. A l'aide d'un ressort, on faisait passer la poudre de la poire dans la boîte, et cette capacité correspondait précisément à un coup. Mais il fallait ensuite, comme nous le disions plus haut, répartir cette quantité de poudre entre l'arme et l'amorce, et cette répartition n'était jamais faite de la même manière, ce qui nuisait à la précision du tir.

Malgré cet important perfectionnement, le tir des armes que nous venons de décrire présentait encore bien des difficultés. La batterie se détraquait facilement, et exigeait souvent des réparations que l'armurier seul pouvait exécuter. L'amorce, placée dans le bassinet, était soumise aussi bien à l'action du vent qu'à celle de la pluie. Après un certain nombre de coups, la lumière se bouchait, la batterie ne pouvait plus fonctionner parce qu'elle s'encrassait, et la pierre, par la même raison, ne produisait plus d'étincelles. Les ratés, par suite, se multipliaient. En outre, dès que les munitions étaient épuisées, le soldat avait entre les mains une arme devenue inutile et toujours embarrassante.

L'infanterie française n'avait d'ailleurs cessé d'accorder la préférence aux armes d'hast. Jusque vers le milieu du dix-septième siècle, les piquiers avaient formé plus de la moitié de nos armées ; ce ne fut qu'après la paix d'Aix-la-Chapelle que le fusil devint l'arme principale de l'infanterie, et enfin, son arme unique, quand on y eut adapté la baïonnette, l'arme blanche la plus redoutable de nos soldats et la plus redoutée de nos ennemis. C'est à Bayonne, dit-on, que les premières baïonnettes ont été fabriquées, vers 1571, et ce ne fut qu'un siècle plus tard que leur application commença à se généraliser. Les mousquets, puis bien-

tôt les fusils furent promptement munis de baïonnettes, et, à la fin du dix-septième siècle, l'arme de l'infanterie était enfin devenue à la fois arme de jet et arme d'hast.

On peut voir dans la galerie de l'histoire du travail, à partir de l'époque que nous indiquons, d'anciennes armes munies de leurs baïonnettes. Nous avons remarqué, dans la riche collection exposée par le Danemark, un mousquet d'infanterie dont l'exécution remonte à l'année 1680. Ce mousquet à mèche, qui appartient au musée d'artillerie du gouvernement danois, possède une crosse évidée dans son milieu. Le but de cette partie évidée était certainement de faciliter le maniement de l'arme pendant le tir. Le même musée et les musées étrangers ont exposé en outre de nombreux modèles de fusils à silex. Nous ne pouvons oublier de mentionner ici le trophée du gouvernement turc; il est certainement très-riche et fort bien disposé. Au centre se trouve un fusil de rempart, et, parmi les armes à feu, on distingue un mousquet à mèche dont la culasse est soudée au canon. La crosse est incrustée de nacre et d'argent.

L'usage des armes à feu s'étant généralisé, on s'efforça d'en perfectionner les différents organes. Vers la fin du siècle dernier, on proposa de remplacer la platine à silex par une batterie à percussion, dans laquelle le feu était communiqué à la charge à l'aide d'une poudre fulminante enflammée par le choc. Dans les premiers essais, cette poudre fulminante était composée de trois parties de chlorate de potasse et d'une partie de soufre. Ce mélange était façonné en petites boules, placées devant la lumière à l'aide d'un mécanisme assez compliqué, et enflammées ensuite par le choc. L'emploi du fulminate de mercure, enfermé dans des cuvettes en cuivre embouti appelées capsules, rendit ce mécanisme et toute la manœuvre infiniment plus simple. L'arme put dès lors être utilisée malgré le vent et la pluie. Le poids de la charge de poudre restant constant par la suppression de l'amorce à verser dans le bassinet, le tir devint plus exact, en même temps qu'il exigea une moindre dépense de poudre et que les ratés furent moins nombreux.

II

Des armes à balles forcées. — Principe du forcement. — Carabines de Versailles, 1793. — Carabines Delvigne. — Carabine à la Poncharra. — Carabine modèle, 1840. — Armes forcées à tige du colonel Thouvenin. — Balle cylindro-ogivale. — Perfectionnements du capitaine Tamisier et de M. Minié. — Balles-obus. — Fusils rayés. — Fusils à tige. — Balles à culot. — Armes étrangères. — Carabine Enfield. — Carabine Whitworth.

Jusqu'à la fin du siècle dernier, et presque jusqu'au commencement de celui-ci, on s'était peu préoccupé de donner aux armes à feu une plus grande justesse de tir. Gustave Zollner, Auguste Kotter avaient bien, dès le seizième siècle, disposé des rayures dans l'âme; mais, comme nous avons eu déjà l'occasion de le dire, les armes rayées étaient peu employées. La science était encore trop peu avancée pour qu'elles eussent pu faire de grands progrès. La balistique, cette partie de la mécanique qui traite du mouvement des projectiles, du tir des armes à feu, des effets des projectiles et de toutes les questions qui s'y rattachent ne date que des travaux des Poisson, des Piobert, des Didion, des Hélie, etc., et c'est seulement quand on a pu s'appuyer sur ces savantes recherches, qu'on s'est occupé sérieusement d'améliorer le tir de toutes les armes à feu.

Lorsque le projectile est chassé de l'arme par l'impulsion des gaz produits

dans la combustion de la poudre, son mouvement ne dépend pas seulement de cette force initiale; car, si cela avait lieu, en raison des lois de l'inertie, le mouvement serait rectiligne et uniforme. Il y a, en premier lieu, une perte de vitesse due au vent du projectile. Nous avons expliqué dans le paragraphe précédent quelle en était la conséquence. En second lieu, le ralentissement du mouvement est dû à la résistance de l'air, et enfin l'action constante de la pesanteur est une troisième cause qui produit une diminution de la vitesse.

M. Martin de Brettes, chef d'escadron d'artillerie, professeur de sciences appliquées à l'école d'artillerie de la garde impériale, a présenté tout récemment, à l'Académie des sciences, un mémoire qui traite de l'influence de la rotation de la terre sur le mouvement des projectiles. L'illustre Poisson avait déjà observé que, sur notre hémisphère, la rotation de la terre déterminait une déviation du projectile à droite du plan de tir, quel que soit l'azimuth de ce dernier, et, d'après les calculs, il avait trouvé qu'une bombe de 32 centimètres, à 4000 mètres de distance, serait déviée de 8 mètres à notre latitude, par suite de la rotation de la terre. Cette dérivation, qui croît avec la latitude, est maxima aux pôles et nulle à l'équateur.

M. Martin de Brettes a cherché à vérifier ces résultats par des expériences. Il a reconnu que l'effet de la rotation de la terre pouvait, dans certains cas, contribuer pour moitié à la dérivation pratique du projectile, et que, par suite, l'influence de cette action ne devait pas être négligée.

Si, lorsque la dérivation des projectiles est aussi sensible, on change le sens des rayures, on peut arriver à contre-balancer l'influence de la rotation terrestre et celle de la résistance de l'air, de manière à maintenir le projectile dans la direction même de la ligne de tir.

Une autre conséquence très-curieuse, c'est que lorsqu'on passe d'un hémisphère à l'autre, comme le sens de la rotation de la terre change par rapport au plan du tir, son action directrice sur les projectiles change aussi, et, par conséquent, l'artillerie américaine ne doit pas être disposée comme l'artillerie française : les rayures doivent avoir dans chaque pays une inclinaison différente. Il serait intéressant de déterminer le changement à apporter dans la direction des rayures par un nombre de degrés déterminés parcourus sur la surface du globe terrestre.

Pour lutter contre l'influence de la différence des diamètres du projectile et de l'âme, et pour laisser aux gaz de la poudre le temps de se développer en entier avant le mouvement de la balle, on avait imaginé de refouler sur la charge, à l'aide de lourdes baguettes en fer, un tampon en bois. On obtint ainsi le résultat sur lequel on comptait; seulement, la manœuvre était longue, difficile, presque inapplicable en campagne, et l'arme était bientôt dégradée. Si d'ailleurs, pour parvenir à une grande précision dans le tir, il n'y avait eu qu'à remédier à la déperdition des gaz de la poudre, une solution simple, immédiate se présentait : il n'y avait qu'à augmenter la charge de poudre, et, tout en laissant échapper une certaine quantité de gaz, on aurait pu produire avec le reste la force d'impulsion nécessaire.

Mais n'oublions pas aussi que le vent a le plus grave inconvénient, que nous avons déjà signalé, de donner aux projectiles une direction différente de celle de l'axe de l'arme à feu, et que c'est à cause de cela même qu'on avait fait des essais d'armes rayées. Ces rayures, droites d'abord, avaient été inclinées ensuite, mais toujours construites d'une manière empirique.

Le premier système d'armes rayées employées en France est la carabine de Versailles, modèle 1793. L'âme de cette carabine était comme taraudée de sept rayures en hélice faisant une révolution complète sur la longueur du canon.

Pour charger cette arme, après avoir introduit la charge de poudre, on chassait, à l'aide d'un maillet, la balle sphérique, enveloppée dans un morceau de peau graissée appelée calepin, jusqu'au fond de l'âme. Ce mode de chargement forcé était difficile, long, dangereux et avait dû faire renoncer à l'emploi de la baïonnette. Aussi, quoiqu'on eût fait construire deux modèles de carabine, l'un pour l'infanterie, l'autre pour la cavalerie, on les abandonna dès 1805.

Plusieurs puissances européennes continuèrent pourtant d'en armer des tirailleurs et obtinrent de bons résultats. « Si l'on voulait se donner la peine de fouiller dans les cartons du ministère de la guerre, dit Arago, on y trouverait un rapport important du colonel Lebeau, du 1er régiment d'infanterie de ligne. On y lirait qu'à la bataille de Waterloo presque tous les officiers de ce régiment et le colonel lui-même furent blessés par des balles de fusils rayés, par des balles que M. Lebeau appelait des balles d'officiers, car les riflemen anglais qui tiraient sur son régiment, dédaignant le commun des soldats, avaient visé les officiers, et, comme on voit, ne les avaient pas manqués. »

Si nous cherchons à mieux nous rendre compte de l'influence du vent sur le mouvement des projectiles, nous reconnaîtrons qu'il est la cause du mouvement de rotation que prennent les projectiles à leur sortie de l'âme. Ce mouvement de rotation se compose avec le mouvement de translation qu'imprime la poudre, et de là résulte une déviation pendant la durée du trajet. Les rayures pratiquées sur la face interne du canon doivent avoir pour but de rendre le mouvement de rotation régulier et dépendant du mouvement de translation. S'il est possible que le projectile accomplisse sa rotation autour de l'axe de translation, il n'y aura évidemment aucune déviation; dans le cas contraire, si on connaît à l'avance l'angle d'écart, en redressant la ligne du tir, on se sera mis à l'abri de cette déviation.

M. Delvigne, lieutenant d'infanterie, proposa, en 1827, un fusil, nouveau modèle, avec des rayures obliques, et permettant le forcement de la balle. Ce savant officier consacra plus de vingt années de travail pour assurer le succès de son invention, qu'il n'avait pas craint de soumettre au jugement de l'Académie des sciences. La poudre était logée dans une capacité cylindrique dont le volume correspondait précisément à la charge. La balle sphérique, engagée dans l'âme, s'aplatissait sous le choc de deux ou trois forts coups de baguette, et devait, pour ainsi dire, engrener avec les rayures.

On évitait donc les lenteurs de l'ancien chargement au maillet, mais on n'obtenait pas un forcement aussi parfait. Sous l'action violente de la baguette, les grains de poudre étaient écrasés, il y avait des tassements, et, par suite, des vides autour de la surface de la balle en contact avec la culasse. De plus, la balle ayant été aplatie, le centre de gravité du nouveau corps, dont la dernière forme géométrique était celle sur laquelle l'action de la poudre allait s'exercer, pouvait fort bien ne plus se trouver dans l'axe du canon. Le mouvement de rotation de la balle, à sa sortie de l'âme, se faisait au dehors de l'axe du mouvement de translation, avec un angle d'écart variable, pour ainsi dire, à chaque coup; les rayures, enfin, s'encrassaient très-promptement, ce qui rendait le chargement difficile.

Malgré ces nombreux inconvénients, l'invention du lieutenant Delvigne présentait un véritable progrès sur toutes les armes précédentes : elle donnait aux armes une justesse de tir inconnue jusqu'alors, puisque de nombreuses expériences ont démontré que la justesse de la carabine Delvigne, comparée à celle du fusil d'infanterie, était dans le rapport de 3 à 2.

Dans ces expériences, où M. Delvigne, très-habile tireur, visait lui-même, il mit dans le but, placé à 500 mètres, quatorze balles sur quinze; à 700 mètres,

sept balles sur neuf; et à 900 mètres, deux balles sur trois. Outre cette plus grande exactitude dans le tir, cette arme permettait de diminuer très-sensiblement la quantité de poudre, tout en portant à de grandes distances. « L'arme de M. Delvigne changera complétement le système de guerre; elle en dégoûtera peut-être, et je n'en serais pas fâché, » disait Arago.

L'invention de M. Delvigne fut bientôt perfectionnée. L'Annuaire des officiers d'artillerie mentionne une carabine de tirailleur, à la Pontcharra, modèle 1837. Le principe de forcement était le même que celui de la carabine Delvigne, c'est-à-dire qu'il était obtenu par le choc de la baguette contre la balle, mais il était plus parfait par suite d'une modification apportée à la cartouche. M. Pontcharra, commandant d'artillerie, avait eu l'idée d'interposer entre la poudre et la balle un petit sabot en bois entouré d'un morceau de calepin graissé. Le forcement ainsi obtenu était très-régulier, et, en outre, la répartition des gaz autour de la balle au moment de la combustion de la poudre était très-uniforme. La charge de poudre était, comme pour la carabine Delvigne, de 4 grammes par coup, et le but en blanc à 150 mètres.

Pour ceux de nos lecteurs qui ne seraient pas familiarisés avec cette dernière expression, but en blanc, nous croyons utile d'en donner la définition. Tout le monde sait que, lorsque le projectile abandonne la bouche d'un canon, il ne se meut plus suivant une ligne droite, mais bien suivant une courbe, appelée trajectoire, qui résulte de la vitesse initiale, de la résistance de l'air et de l'action de la pesanteur. Cette courbe est une parabole, et on la distingue dans la balistique sous le nom de ligne de tir. Or, la ligne de mire déterminée par le rayon visuel passant par deux points fixes, par conséquent une ligne droite, est différente de la ligne de tir. La ligne de mire rencontre en deux points la ligne de tir : 1° en un point voisin de la bouche; 2° en un second point plus ou moins éloigné, qui porte le nom de but en blanc. Si on fait varier la ligne de mire, on changera la direction du but. Dans les armes carabinées, que nous venons de décrire, la trajectoire est, comme on le dit, très-tendue, c'est-à-dire qu'elle diffère peu d'une ligne droite, jusqu'au but en blanc; mais au delà, la courbure de la trajectoire devient sensible, et le projectile s'abaisse de plus en plus dans son mouvement. On fait varier les lignes de mire à l'aide d'une hausse à charnière fixée sur le canon.

Les carabines à la Pontcharra devaient servir à l'armement d'un corps de francs tireurs, dont le maréchal Soult réclamait l'organisation. Des expériences faites à Maubeuge et à Mutzig, par M. de Mainville, officier d'artillerie, avaient démontré leur très-grande justesse pour des portées qui ne dépassaient pas 300 mètres. Le chargement était aussi facile, aussi prompt que celui du fusil ordinaire; le recul, au moment du tir, était faible, et le canon, moins long que celui des fusils, d'un poids moindre, constituait une arme très-légère, avec laquelle on pouvait utiliser la baïonnette et même exécuter des feux de deux rangs. Ces nouvelles armes servirent pendant les guerres d'Afrique. Un bataillon de tirailleurs, créé à Vincennes, armé de carabines à la Pontcharra, fut envoyé en Algérie, presque à l'époque du fameux passage des Portes de fer.

Il est important d'observer que les balles employées dans ces carabines, qui étaient sphériques au moment de leur introduction dans le canon, s'aplatissaient sous le choc de la baguette et prenaient, pour ainsi dire, la forme d'une lentille biconvexe.

Quelle pouvait être l'influence de cette nouvelle forme, et n'était-il pas préférable de chercher à maintenir la forme sphérique en introduisant dans l'arme un solide allongé en forme d'olive? Lorsqu'un solide prend un mouvement de rotation autour d'un axe instantané, ce mouvement ne tarde pas à s'effectuer au-

tour de l'axe qui présente le plus de stabilité, et qui n'est autre que l'axe du plus grand moment d'inertie. Si nous appliquons ces résultats à la balle sphérique aplatie, l'axe du plus grand moment d'inertie de cette sorte d'ellipsoïde est précisément le petit axe, celui qui se confond avec l'axe du canon. Le mouvement de rotation s'effectuera donc suivant un axe qui ne sera autre que celui du mouvement de translation, et comme nous l'avons déjà fait remarquer, il n'y aura pas de déviation. Au contraire, en adoptant la seconde forme, celle allongée en olive, l'axe du plus grand moment d'inertie est normal à l'axe du canon; donc l'axe du mouvement de rotation tendra à se mettre en croix avec l'axe du mouvement de translation, et le mouvement résultant produira forcément une déviation. Les expériences que nous avons citées, faites à Maubeuge et à Mutzig, ont parfaitement confirmé les conséquences des théories de la mécanique. La balle sphérique fut donc adoptée.

La carabine, modèle 1837, était donc une arme de précision, mais sa portée était insuffisante. Vers 1840, le colonel d'artillerie Thierry fit adopter une nouvelle carabine de munition. Le poids de cette dernière carabine était plus grand que le poids de la carabine à la Pontcharra. Aussi avait-on pu augmenter les dimensions de la chambre, ce qui permettait l'emploi d'une plus grande charge de poudre, d'où résultait aussi une portée beaucoup plus grande. L'arme était munie d'une hausse fixe et d'une hausse mobile qui correspondaient, à l'aide d'un curseur, aux distances de 300, 400, 500 et 550 mètres. Cette carabine fut adoptée pour les bataillons de chasseurs d'Orléans réorganisés en 1840 au camp de Saint-Omer.

Deux années après, en 1842, le lieutenant colonel d'artillerie Thouvenin modifia le principe du chargement. Il proposa de faire reposer et de forcer le projectile dans l'âme sur une tige en acier, vissée par une extrémité pour la consolider, et dont l'axe coïncidait avec l'axe du canon. Le forcement, très-efficace, était obtenu par le choc de la baguette, qui faisait pénétrer la balle dans la tige. La charge de poudre se logeait dans la capacité comprise entre les parois de l'âme et la tige d'acier. Ces armes ont pris le nom de carabines à tige. Jusqu'alors la balle avait été sphérique ; or la résistance de l'air est une des causes qui influent le plus sur le ralentissement de la vitesse initiale. Si donc on veut diminuer cette influence, il faut déterminer la forme des projectiles de manière qu'ils puissent facilement vaincre cet effort. De même qu'on donne aux pendules une section convenable pour que, en oscillant, la résistance de l'air ait peu d'action sur leur mouvement ; de même qu'on donne aux navires une section spéciale qui leur permet de lutter contre la pression du milieu dans lequel ils se meuvent, on devait aussi calculer la section des balles de telle sorte que la résistance de l'air fût atténuée, ce qui, comme conséquence immédiate, devait produire une augmentation dans la portée.

Ainsi dans les carabines Delvigne et à la Pontcharra, la forme aplatie de la balle qui donnait plus de justesse dans le tir, présentant une surface très-grande à l'action de l'air, était une cause de diminution de la portée.

M. Minié, lieutenant de chasseurs à pied, fit adopter les balles cylindro-ogivales, dont la section était composée d'un cylindre terminé par une sorte de cône. Ces balles avaient été déjà expérimentées, mais toujours sans succès. Beaucoup de projectiles de l'artillerie possèdent maintenant cette même forme. La balle de la carabine Minié, car on a appelé ainsi la carabine Delvigne perfectionnée, était creuse à sa partie inférieure, de manière à bien emboîter la tige, ce qui constituait un excellent forcement. On a obtenu, en disposant convenablement les rayures, et en apportant encore à la forme de la balle quelques modifications que nous allons faire connaître, une arme dont la portée dépasse 1,300

mètres, et telle que, à 800 mètres, un tireur exercé peut mettre 25 balles sur 100 dans un panneau de 2 mètres de hauteur sur 6 mètres de largeur. Nous avons pu vérifier ces résultats dans des écoles de tir faites au polygone de Metz, à l'époque où nous suivions les cours de l'École d'application de l'artillerie et du génie.

On tire également avec cette carabine des balles-obus. Ces balles qui ressemblent beaucoup aux nouveaux projectiles de notre artillerie de campagne, sont creuses et remplies de poudre à l'intérieur.

Une capsule fulminante est disposée à la partie antérieure, de telle sorte que, dès que la balle rencontre un obstacle un peu résistant, l'amorce prend feu, puis la charge de poudre enflammée fait éclater ces petits obus.

Mais, si les balles cylindro-ogivales avaient le grand avantage de pouvoir être tirées à une plus grande portée que les balles sphériques, elles ne présentaient plus la même justesse de tir que ces dernières.

Les écarts en dehors du plan du tir étaient très-sensibles. Il est facile de l'expliquer. Le solide allongé, qui constituait la nouvelle balle, possède toujours à sa sortie de la bouche à feu le mouvement de rotation qui se compose avec le mouvement de translation, sous l'action des différentes forces qui le sollicitent, d'où résulte le mouvement le long de la trajectoire.

Pour que la résistance de l'air soit en chaque instant du mouvement rendue minima, il faut que la pointe du projectile soit toujours en avant, et que par conséquent en chacune de ses positions sur la trajectoire, elle reste tangente à à cette courbe. C'est pour obtenir ce résultat que le capitaine Tamisier eut l'idée de pratiquer à la partie postérieure de la balle des cannelures circulaires de peu de profondeur, dont le but était de faire servir la résistance de l'air même à assurer la direction du projectile.

Pour assurer mieux encore le forcement du projectile, M. Minié imagina la balle à culot, dont le forcement d'ailleurs pouvait être assuré sans tige. Cette nouvelle balle reçoit à sa partie postérieure un petit culot en tôle, qui a la forme d'une calotte sphérique.

Dès que la pression des gaz de la poudre commence à s'exercer, le culot tend à pénétrer dans le métal de la balle. Le plomb ainsi écarté, s'étend jusqu'aux parois de l'âme, et le forcement devient aussi complet que possible, puisque le vent est anéanti. On a fait, avec cette balle à culot, de nombreuses expériences, qui ont eu pour résultat de modifier le calibre de la balle et les dimensions du culot. En outre, dans ces expériences, on fut conduit à essayer une balle expansive, plus légère que la balle à culot, et se forçant par l'expansion même des gaz dans les armes rayées sans tige. On est parvenu ainsi à une balle évidée, du poids de 36 grammes, se tirant avec la charge de 5 grammes et qui a été adoptée provisoirement pour les fusils de la garde impériale, modèle 1854.

Les excellents résultats obtenus avec la carabine à tige ont amené des essais analogues sur les fusils rayés, dans lesquels le forcement avait été obtenu jusqu'alors par la seule force expansive des gaz de la poudre. Les expériences de 1849 et 1850 sur ces fusils rayés ayant été très-satisfaisantes, les régiments de zouaves ont été armés de fusils à tige.

Dans ces dernières armes, de même que dans les carabines à tige, on peut faire usage de la balle à culot ou de la balle évidée. On peut également faire usage de ces deux sortes de balles dans les carabines et fusils sans tige. Pourtant les écoles de tir, faites à Vincennes en 1855, ont démontré, en considérant les moyennes générales, que dans les armes sans tige, la balle à culot doit être préférée à la balle évidée.

La France n'a pas été le seul pays où l'on se soit préoccupé de perfectionner les armes portatives.

L'Angleterre, qui pense, depuis quelques années, que sa non-intervention dans les affaires du continent est une preuve de sa puissance, a fait perfectionner néanmoins, et fait perfectionner encore l'armement de ses troupes. Les discussions récentes et nombreuses qui se sont élevées à la chambre des communes et à la chambre des lords, ont fait décider l'insuffisance de l'arme actuelle de l'infanterie, la carabine Enfield. La carabine Enfield, dont les Anglais ont été pourtant très-fiers, se chargeait avec une balle cylindro-conchoïdale, qui fait une demi-révolution dans les rayures en parcourant le canon.

A sa partie inférieure, cette balle présentait une cavité, dans laquelle on engageait très-exactement un petit tampon en bois. Lorsque l'action produite par l'explosion de la charge commençait à se faire sentir sur ce coin en bois, il pressait et écartait le plomb de la balle, de manière à le faire pénétrer dans les rayures dont il prenait l'empreinte. Comme on voit, ce mode de forcement était analogue à celui de la balle à culot. Mais les Anglais, abandonnant, avec raison, une arme qu'ils avaient trouvée eux-mêmes, laissant de côté leur amour-propre national d'inventeurs, viennent d'adopter les armes se chargeant par la culasse, qui ont eu récemment un si brillant succès en Allemagne. Les carabines Enfield sont en ce moment dans les arsenaux, où elles reçoivent cette modification : 150,000 carabines devaient être prêtes pour le mois de mars, et 600,000 armes subiront la même transformation.

Une autre carabine, la carabine Whitworth, a eu aussi quelque retentissement chez nos voisins d'outre-Manche. Le canon de cette carabine est prismatique, à section hexagonale; les arêtes et le prisme sont légèrement recourbés en hélice. La forme de la balle est donc aussi celle d'un prisme hexagonal. Le forcement reste toujours incomplet, et le tir de ces carabines n'a pas donné de résultats satisfaisants. Le seul avantage sérieux que présente cette nouvelle arme consiste dans l'emploi d'un métal résistant, tel qu'un alliage de plomb et d'étain et même d'acier, pour la fabrication des balles.

P. Schwaeblé,
Ancien officier d'artillerie.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

XXV

LES CORPS GRAS
ALIMENTAIRES

PAR M. ARMAND **ROBINSON**,
Professeur à l'Association polytechnique.

II

2° Le Beurre.

Nous venons de voir, en étudiant le lait, que si on le laisse reposer 8 à 10 heures à une température de 12° à 15° centigrades, il se forme à sa surface une matière jaunâtre ou d'un blanc mat, qui est désignée sous le nom de crème.

Une longue pratique a démontré que cette opération, très-importante, devait se faire dans des vases spéciaux, étroits du fond ($0^m.17$), larges de superficie ($0^m.42$), et que ces vases doivent être en porcelaine, en grés, ou, faute de ces deux espèces, en faïence d'une couverte [1] non à base de plomb.

Dans les laiteries on se sert d'une cuillère de métal ou d'un couteau d'ivoire mince et d'une forme particulière pour enlever la crème de la surface du lait, ou bien, après avoir incliné doucement le vase qui contient le lait du côté du bec, on fait une ouverture dans la crème, près du bord, avec le doigt ou le couteau à écrémer, puis on laisse le lait s'écouler lentement, par cette ouverture, dans un autre vase. La crème alors se dépose sur les parois.

Cette matière isolée donne lieu à deux produits tout à fait opposés : le beurre ou le fromage pure crème, dont les variétés se sont tant multipliées depuis peu, et que nous étudierons à l'article fromages.

Si l'on prend la crème et qu'on l'agite dans un appareil spécial, par un mouvement continu, la portion de sérum et de caséïne qui l'accompagne se sépare sous forme d'un fluide blanchâtre qui a l'apparence du lait écrémé et qu'on appelle lait de beurre ou babeurre.

D'un autre côté, l'enveloppe des globules, d'abord isolés dans la masse, se déchire et la matière grasse qu'elle renferme s'assemble, s'unit peu à peu pour former une masse d'un jaune pâle ou blanchâtre et d'une consistance variable selon la température au milieu de laquelle on opère : c'est le beurre.

Le beurre séparé de son lait renferme encore une portion de sérum et de caséïne interposés dans ces molécules ; il faut l'en séparer : c'est par le lavage à l'eau fraîche qu'on l'en purifie.

Nous avons dit que la qualité du lait était variable ; il en est naturellement

1. On appelle couverte, en termes de céramique, le vernis ou émail minéral dont on recouvre toute espèce de poterie. A. R.

de même du beurre. Celui du printemps, de mai par exemple, est plus fin, plus délicat, plus coloré : il est la conséquence d'une nourriture herbagère pleine de fraîcheur, tendre et riche en principes sucrés et parfumés. Vient ensuite le beurre d'automne, et si ses qualités sont moins exquises, c'est qu'il provient d'une nourriture moins champêtre aussi, c'est-à-dire qui se compose de rares herbages frais, sans goût ni parfums, de fourrages secs, de betteraves, de carottes, de navets, etc.

Les autres saisons donnent lieu à des produits secondaires.

Le beurre lavé, malaxé, purifié avec la plus grande propreté, est de couleur, d'odeur et de saveur variables, puisque cela dépend, nous le répétons, de l'animal, du lieu, des pâturages et d'une foule de considérations auxquelles les soins qu'on donne à sa préparation, la manière dont il a été extrait et le moment où l'opération s'est effectuée viennent s'ajouter.

Le cadre restreint dans lequel nous sommes forcé de nous renfermer ne nous permet pas d'entrer dans les développements que comporte cette importante question : nous nous bornerons à donner les principes les plus saillants sur lesquels repose la fabrication du beurre. Disons de suite que quelques-uns de ces principes s'appliquent également à la fabrication des fromages.

Les expériences nombreuses auxquelles on s'est livré ont donné la preuve que le lait qui sort le dernier du pis de l'animal est meilleur et plus riche en beurre que le premier, comme les premières portions sont plus riches en caséine.

En Angleterre, on distingue les dernières portions obtenues sous les noms de *afterings* (lait d'après), de *strokings* (goutte de caresse), etc. : on a constaté, dans ce cas, que la proportion de crème croissait de 1 à 16, et, en moyenne, de 1 à 12. Il est donc important de traire l'animal jusqu'à la dernière goutte pour en retirer la plus grande somme possible de crème, et, par conséquent, de beurre.

En Écosse, où l'on pratique l'élevage du bétail, qui est une des principales richesses du cultivateur de cette contrée, on fait prendre à chaque veau la première portion de lait, ensuite on trait le reste pour la laiterie. Cette méthode a un double avantage au point de vue de la ferme : de faire un élève et de produire d'excellent beurre.

On a remarqué également que la première portion de crème qui monte à la surface du lait est meilleure et plus abondante que celle qui monte après que la première a été enlevée, et ainsi de suite. D'où il suit que pour avoir du beurre de qualité supérieure, il faudrait battre à part la première portion de crème obtenue, procédé qui n'est employé que lorsqu'on veut produire des beurres extra-fins : on pratique ainsi dans certaines localités.

Si l'on veut obtenir une crème abondante et de bonne qualité, il faut éviter d'agiter le lait et de le refroidir avant de le mettre en terrine. Il résulte, en effet, d'observations répétées, qu'un lait transporté à une grande distance et agité pendant le transport, produit une crème moins abondante et de qualité inférieure.

En somme, les conditions sur lesquelles on doit s'appuyer pour fabriquer le beurre peuvent se résumer ainsi :

1° Séparation prompte et efficace de la matière grasse, c'est-à-dire avant la manifestation acide du sérum ;

2° Battage énergique et régulier entraînant avec lui la plus grande somme possible d'air ;

3° Température de + 12° à + 16° centigrades ;

4° Lavage rapide et soigné.

Les beurres de France les plus estimés sont ceux d'*Isigny* ; ceux de *Gournay*

et de *La Prévalaye* viennent après. Le premier est fabriqué dans le département de la Manche qui lui donne son nom d'Isigny. Les départements formés par l'ancienne Normandie, et le Calvados, produisent également des beurres auxquels on applique cette désignation.

Le beurre de Gournay nous est fourni par les départements de l'Eure, de la Seine-Inférieure et lieux circonvoisins. Quant à celui de la Prévalaye, c'est du département d'Ille et-Vilaine surtout qu'on le retire.

Puisque nous avons parlé de l'Écosse, nous dirons que le lait de ses montagnes produit un beurre plus fin et plus savoureux que celui des autres contrées de la Grande-Bretagne.

Dès que le beurre est lavé, on lui donne la forme sous laquelle il doit être vendu. Dans certaines contrées de la France on le livre à la vente sous forme de pains sphériques ou carrés allongés vers leurs extrémités. Dans d'autres lieux il est rond et plat en forme de petites galettes enjolivées sur la face supérieure de dessins à la main ou au moule, du poids de 250 et 500 grammes. Il est enveloppé, assez généralement en France, dans des feuilles de vigne.

Outre le beurre en morceaux, on a le beurre en *mottes* d'un poids variable simplement enveloppé de toile ou renfermé dans des paniers spéciaux.

Malgré le lavage qu'on fait subir au beurre, il conserve toujours une certaine portion de caséine et de sérum qui contribuent l'un et l'autre, dès le principe, à lui donner une saveur fraiche et délicate, mais qui bientôt changent, modifient d'une façon fâcheuse ces qualités auxquelles succèdent insensiblement une odeur particulière qu'on caractérise par le mot *rance*, et un goût acre qui va en augmentant très-rapidement sous l'influence d'une température élevée, surtout à la surface; ce qu'il faut attribuer à l'action de l'oxygène de l'air. Il se forme, à l'aide de ce principe, des acides gras auxquels on a donné les noms d'acide butyrique, caproïque, etc., qui apportent des modifications profondes à la saveur et à l'odeur de cette substance alimentaire.

Pour conserver au beurre toute sa fraicheur et sa délicatesse de goût, il est nécessaire de le soustraire à l'influence de l'air. Plusieurs procédés sont mis en usage pour arriver à ce résultat. De là des dénominations particulières et caractéristiques que le commerce applique aux beurres préparés dans le but d'une conservation plus ou moins prolongée : beurre demi-sel, beurre salé, beurre fondu ou conservé par des méthodes spéciales.

Beurre demi-sel. — Le beurre demi-sel français est originaire du département d'Ille-et-Vilaine, de la ferme de La Prévalaye, qui a donné son nom à cette variété qu'une foule de localités, Morlaix, Nantes, Rennes, Vannes, toute la Bretagne livrent au commerce sous ce nom d'emprunt. L'Écosse et l'Irlande en produisent également ; mais il est réservé pour le Royaume-Uni et ses colonies.

Le beurre demi-sel fin est expédié dans de petites balles carrées d'un kilogramme ou d'un demi kilogramme, tapissées intérieurement d'un carré de toile fine, et dans lesquelles le beurre est tassé, foulé, puis recouvert à sa partie supérieure d'une légère couche de sel sur laquelle on vient replier le linge qui sert d'enveloppe, après quoi on y fixe un carré de toile grossière pour le préserver définitivement.

Beurre salé. — Ce beurre se prépare principalement en Bretagne. C'est un moyen de préservation qui consiste à incorporer, par le malaxation, 500 grammes de sel gris seché et pulvérisé par 10 kilogrammes de beurre.

Ce produit, que l'on fabrique aussi à l'étranger (Écosse, Irlande, Belgique,

Hollande, etc.), est expédié vers les lieux de consommation dans des paniers ou balles et dans des pots de terre de diverses grandeurs ou dans des barils de 40 à 125 kilogrammes.

Les beurres salés français les plus estimés sont désignés sous le nom de *beurres présalés*.

Dans certaines contrées de l'Angleterre on prépare le beurre salé en y incorporant une partie de nitrate de potasse et de sucre et deux parties de sel commun pour 16 de beurre. Par ce procédé le beurre acquiert, au bout de quelques jours, un goût excellent, à la condition expresse qu'il sera parfaitement préservé du contact de l'air pendant tout le temps de la consommation. Pour cela il convient de conserver la surface du beurre toujours unie et horizontale, après qu'on en a prélevé une partie, afin de pouvoir le recouvrir d'une légère couche d'eau salée ou de saumure.

Beurre fondu. — Dans tous les pays de grande production on fait fondre le beurre pour l'expédier au loin. Cette méthode est pratiquée en France, surtout dans le Loiret et dans l'Orne.

Ce sont les beurres de qualités inférieures que l'on destine à la fonte. On pratique cette opération de la manière suivante : le beurre est chauffé à une douce chaleur, au bain-marie, jusqu'à ce qu'il soit clair et transparent, en ayant le soin de l'écumer. Le chauffage a pour but de coaguler la portion de caséine renfermée dans le beurre et de la précipiter au fond du vase. Dès que le beurre est parfaitement limpide, on le décante dans des pots de terre ou dans des barils de diverses capacités.

Dans quelques localités, on incorpore au beurre fondu une certaine quantité de sel ; mais en se bornant tout simplement à la fusion et à la décantation on arrive à conserver le beurre longtemps, sans altération, renfermé dans des vases bien clos.

Ainsi préparé, le beurre a perdu une partie de ses qualités. Son parfum, son goût fin, délicat, et même sa texture; tout est sensiblement modifié ; il est devenu fade, grenu, mais il se garde plus longtemps encore que le beurre salé chez lequel on retrouve à peu près les mêmes qualités que dans le beurre frais ordinaire.

Les deux procédés de conservation que nous venons d'indiquer sont les procédés généraux que l'on emploie depuis une époque fort reculée dans une foule de localités et de ménages; ils donnent d'excellents résultats, mais ils ont l'inconvénient d'apporter des modifications au goût et à la finesse du beurre. Pour lui conserver toutes ses qualités, M. Bréon a eu la pensée de le conserver frais dans des boîtes de fer blanc où le beurre a été parfaitement tassé et recouvert d'une légère couche d'eau acidulée au moyen de l'acide tartrique ou d'un liquide composé de 6 grammes de bicarbonate de soude et d'acide tartrique dissous dans un litre d'eau. Après l'addition d'une quantité suffisante de l'un de ces liquides préservateurs pour couvrir la surface du beurre, on soude le couvercle de la boîte.

Le beurre préparé ainsi se conserve pendant plusieurs mois avec toutes ses qualités.

Appert, dès l'origine de ses heureuses applications de la chaleur à la conservation des substances alimentaires, employait le moyen suivant pour préserver le beurre de toute altération. Cette substance, fraîchement battue, était lavée, essuyée, mise en bouteille et bien tassée ; après quoi, les bouteilles bien bouchées étaient placées dans une chaudière pleine d'eau que l'on élevait insensiblement jusqu'à l'ébullition : on laissait ensuite refroidir.

Le beurre se conservait ainsi dans toute sa fraîcheur pendant plus de six mois.

Nous venons de faire connaître les procédés de conservation du beurre employés jusqu'à ce jour, sauf les exceptions que nous pourrons rencontrer à l'Exposition de 1867. Il nous reste à dévoiler ceux dont on se sert pour falsifier ce produit.

Une des qualités physiques de la bonne qualité du beurre, c'est sa couleur jaune ; elle est le caractère général du beurre de printemps, d'automne et même d'été dans quelques contrées. Celui d'hiver est plus pâle et ses qualités sont inférieures, nous l'avons dit. Aussi les producteurs ont-ils le soin, pour la plupart, de donner à ce dernier produit, de même qu'aux nombreuses variétés de teintes intermédiaires, fabriquées en toutes saisons, une coloration artificielle.

Les substances que l'on emploie pour colorer le beurre en jaune sont : le suc de pétales de souci, de carottes ou une légère décoction de racine d'orcanette. D'autres se servent de baies d'asperge légèrement bouillies. Cette falsification fort inoffensive et n'ayant pour but que de donner une apparence de qualité de plus au beurre est sans valeur aux yeux du goûteur le plus ordinaire, tant il est facile de reconnaître les défauts du beurre à la vue, à l'odorat et au goût.

Mais si cette falsification est innocente, il n'en est plus de même de celles qui ont pour but de cacher des défauts plus radicaux ou d'augmenter le poids de la marchandise.

Ainsi, lorsqu'une motte de beurre s'est altérée, qu'elle a pris un goût de rance, on l'enveloppe d'une couche de beurre frais et sans défaut. C'est ce qu'on appelle le beurre *fourré*. Il est nécessaire alors, pour découvrir la fraude, de plonger la sonde jusqu'au sein de la motte, puis de goûter.

On falsifie encore le beurre en y mélangeant de la fécule de pomme de terre cuite, écrasée et passée au tamis. Pour dévoiler ce genre de fraude, il suffit de faire fondre le beurre à une douce chaleur que l'on prolonge jusqu'à ce que la fécule se dépose au fond du vase.

Enfin on incorpore au beurre, mais rarement, de la graisse, de la farine, de la caséine durcie au feu, du suif, adultérations qu'il est facile de reconnaître soit au goût, soit en faisant fondre le produit altéré.

Le prix du beurre s'est considérablement élevé depuis quelques années ; il a progressé avec tous les éléments de la vie, et c'est ce qui excite le plus souvent les producteurs sans conscience à se livrer aux fraudes que nous venons de signaler.

En 1850, le prix moyen du beurre, à Paris, était de 1 fr. 84 le kilogramme. En 1859, il se vendait 2 fr. 51 le kilogramme, c'est-à-dire qu'il a augmenté dans cette période de 67 0/0. En 1866, il valait de 2 fr. à 4 fr. le kilogramme.

Il est bon de faire observer que ces prix ne s'appliquent qu'à la qualité dite bon ordinaire. Les beurres fins ont varié dans la même période de 3 fr. 50 à 8 fr. le kilogramme. Et cependant le commerce de cette substance alimentaire s'est développé dans des proportions telles, surtout depuis que l'établissement des chemins de fer est venu en faciliter le transport des lieux de production les plus éloignés, que cette hausse, véritable gêne, ajoutée à tant d'autres, pour les classes pauvres et moyennes, ne saurait s'expliquer.

Pour donner une idée de l'accroissement du commerce du beurre en France, depuis quelques années, il nous suffira de citer quelques chiffres de la consommation de Paris.

Si nous prenons pour point de départ l'année 1850, nous trouvons que Paris a consommé, à cette époque, pour 11,018,722 fr. de beurre. Neuf ans après, en 1859, il en consommait pour 20,409,520 fr., et en 1865 les ventes de beurre s'élevaient, dans cette ville, à 28,519,250 fr.[1].

A Londres, où la plus grande consommation du beurre se fait avec le thé, le produit moyen des ventes s'élève annuellement à 20 millions de kilogrammes, au prix de 3 fr. 50 à 5 fr. le kilo.

Il est difficile d'évaluer la quantité de beurre que l'on consomme annuellement en France; mais ce que nous pouvons établir positivement, ce sont les chiffres des importations et des exportations auxquels cette substance alimentaire donne lieu.

Le produit des importations en beurre frais, fondu ou salé, consommé en France, s'est élevé de 1862 à 1866 aux chiffres suivants :

Importations. — Années.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
Beurre frais et fondu.	2,089,201k	2,033,154k	2,019,577k	2,188,719k	2,802,900k
Beurre salé	46,929	66,129	42,402	47,051	46,600
Totaux	2,136,130k	2,099,283k	2,061,979k	2,235,770k	2,849,500k
Valeur	5,885,711f	6,058,163f	6,166,856f	7,347,459f	9,373,060f

Les quantités exportées de France pendant la même période ont été plus considérables, surtout en beurre salé.

Exportations. — Années.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
Beurre frais et fondu.	1,038,118k	1,323,563k	1,717,491k	1,846,249k	1,855,336k
Beurre salé.	10,321,153	10,621,338	13,225,284	18,023,963	22,916,690
Totaux. . .	11,359,271k	11,944,901k	14,942,775k	19,870,212k	24,772,026k
Valeur . . .	28,969,142f	33,381,948f	42,037,251f	59,008,301f	73,230,377f

C'est principalement la Belgique, l'association allemande, l'Italie et la Suisse qui importent chez nous leurs beurres frais et fondus. Le beurre salé vient de la Belgique, de l'Angleterre et de divers autres pays.

Quant à l'exportation de nos beurres frais et fondus elle se fait en Belgique, en Angleterre, en Suisse, en Algérie et en divers autres pays. Pour les trois premières contrées, on le voit, c'est un échange. Notre beurre salé s'exporte en Norwége, en Belgique, en Angleterre, en Espagne, en Turquie, au Brésil, dans nos colonies et dans diverses contrées éloignées.

L'inspection des deux tableaux ci-dessus démontre que nous donnons plus que nous ne recevons ; ce qui explique l'élévation incessante des prix du beurre sur nos marchés.

Cette grande consommation doit faire comprendre, une fois de plus, aux agriculteurs intelligents, combien il leur importe de développer, le plus possible, dans leurs fermes, ces trois produits : lait, beurre, fromage.

L'importance de la consommation du beurre, la facilité avec laquelle on peut le conserver, et les moyens rapides dont on dispose pour le livrer à de très-gran-

1. Ce chiffre ne signifie pas que la quantité de beurre vendue s'est sensiblement élevée pendant l'année 1865 ; mais, tout simplement, que les prix ont subi une hausse plus forte. A. R.

des distances dans un état parfait de conservation, nous donnaient à penser que l'Exposition de 1867 serait riche en spécimens de cette nature. Il n'en est rien cependant, et à l'exception de quelques rares échantillons, l'industrie du beurre ne nous offre rien de bien remarquable.

Cette abstention des produits de la ferme que nous avons constatée pour le lait a lieu également pour le beurre. A quoi cela tient-il? Nous chercherons à l'expliquer dans notre étude sur les fromages.

Mais ce que nous ne pouvons nous empêcher de constater dès maintenant, c'est l'abstention des puissances dont les produits sont excellents et dont les importations chez nous sont considérables. Ainsi la Belgique avec ses excellents beurres de *Dixmude* et de *la Campine* nous fait complétement défaut. Ses importations en France se sont élevées cependant, depuis 1862, aux chiffres suivants :

Années. . .	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
Quantités .	1,269,728k	1,311,400k	1,303,068k	1,394,876k	1,735,300k
Valeurs . .	3,491,752f	3,789,091f	3,909,091f	4,603,091f	5,726,490f

Un seul propriétaire représente à l'Exposition cet important mouvement commercial et nous offre un mince échantillon de beurre provenant de vaches nourries de regain du bassin de l'Yser.

Il en est de même de la Suisse dont l'importation en beurre, chez nous, s'est élevée dans la même période aux chiffres suivants :

Années . .	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
Quantités.	531,261k	451,727k	364,900k	449,105k	646,000k
Valeurs. .	1,460,968f	1,309,961f	1,094,700f	1,482,047f	2,131,800f

Un des caractères ou mieux un des enseignements que doit présenter une exposition, c'est incontestablement la quantité, la qualité et le bon marché d'un produit usuel. Malheureusement ce caractère fait défaut partout jusque dans les produits même de la classe 91 où l'on ne rencontre point les aliments à bon marché, et si quelques produits communs sont offerts au public, à bas prix, ce n'est que temporairement, c'est-à-dire pendant le temps de l'exposition; après c'est différent.

Cependant nous avons remarqué quelques produits qui font exception à cette règle générale; mais il ne nous appartient pas de les indiquer; ils ne sont pas de notre domaine. D'autres que nous les désigneront, sans nul doute, à l'attention du public comme un progrès véritablement méritoire.

La consommation de Paris et de la banlieue est considérable, on le voit d'après les chiffres que nous venons d'établir. D'un autre côté le prix des denrées alimentaires s'est de plus en plus élevé depuis 1852. Aujourd'hui nos aliments de première nécessité ont subi un tel accroissement de prix qu'ils sont devenus un véritable sujet de souffrance pour certaines classes de la société.

Que les producteurs de tous pays s'attachent donc à faire disparaître l'intermédiaire, cette plaie vivante qui les ronge eux et le consommateur, en créant, dans les grands centres de population, des dépôts où ce dernier viendra directement s'approvisionner; ils en retireront tous deux de grands avantages.

L'industrie du beurre est représentée à l'Exposition de 1867 par douze puissances seulement, et, de plus, les échantillons exposés par les producteurs de chacune d'elles sont à peu près nuls à tout point de vue.

Ces puissances sont : l'Algérie, les Pays-Bas, la Prusse, l'Espagne, la Grèce, le Danemark, l'Italie, la Belgique, la Turquie, de Tunis, le Brésil et la France.

Disons de suite que les *échantillons* présentés par la plupart des exposants sont plutôt des objets de curiosité que des produits ayant pour but de caractériser l'importance de leur production et de leur commerce. C'est ce que nous montre tout bonnement la Turquie, surtout, avec ses beurres pâles et mal préparés, à l'exception de quelques-uns, renfermés dans des flacons de verre à large ouverture et d'une contenance de 1 à 3 kilogrammes.

Nous avons remarqué parmi ces produits du beurre de buffle et de mouton d'un blanc légèrement laiteux taché d'impuretés, et du prix de 1 fr. 55 à 2 fr. le kilogramme.

La Turquie est incontestablement une contrée pleine de richesses encore inexploitées; mais elle a besoin d'une toute autre organisation que celle qui la régit actuellement pour que ces richesses, dont elle nous offre de si remarquables spécimens, deviennent entre les mains des agriculteurs et des industriels une des sources les plus fécondes de l'Europe; ces réformes le sultan actuel, Abd-ul-Azis, les entreprend courageusement aujourd'hui. Sa haute intelligence lui en fait comprendre la nécessité, et le spectacle intellectuel auquel il vient d'assister en France, va, sans nul doute, le pousser plus encore, par de sages et énergiques mesures, à faire succéder la vie active à la vie sédentaire, une des plus grandes causes de la stérilité de ses peuples; à moraliser le mariage en défendant sa précocité; à faire disparaître cette plaie, cause d'une plus grande stérilité que la vie sédentaire, qu'on appelle la polygamie et qui entraîne à sa suite toute une série de vices plus calamiteux les uns que les autres; à détourner tout un peuple : hommes, femmes, enfants, de l'abus du tabac qui use, absorbe, éteint les facultés intellectuelles et rend l'homme qui s'y livre avec excès incapable de rien produire pour son pays; à régénérer enfin, à réveiller la nation la plus abattue, la plus dégénérée du continent européen et, par conséquent, à laquelle il manque des bras et la volonté pour faire produire une si vaste superficie, et pour arracher de son sein les immenses richesses qu'elle recèle.

Après la Turquie vient la Grèce, dont les produits sont plus remarquables; quant à ceux des autres puissances, il est inutile de songer à les spécifier, tant, nous le répétons, ils sont impuissants à nous éclairer sur la valeur statistique et commerciale des contrées qu'ils représentent.

Nous ferons une exception en faveur du Danemark en félicitant son seul représentant, M. Philip Heymann, de Copenhague, pour ses beurres salés.

M. Philip Heymann, dont la fabrication remonte simplement à l'année 1862, a déjà réalisé de grands avantages à l'aide des excellents produits qu'il livre au commerce d'exportation.

Les beurres qu'il conserve et qu'il expédie dans des boîtes cylindriques en fer blanc parfaitement scellées et recouvertes d'une couche de peinture à l'ocre rouge, sont salés et de premier choix. Ils peuvent subir longtemps l'action des chaleurs tropicales sans altérations sensibles.

M. Heymann livre actuellement ses produits au commerce, aux prix de 3 fr. 53 par kilogramme, emballage compris, à bord, à Copenhague. Ces prix sont d'ailleurs très-variables, on le conçoit.

Les boîtes sont d'une capacité qui varie entre $3^k,60$, 7 et 13 kilogrammes.

M. Philip Heymann a d'ailleurs reçu du jury international une récompense qu'il avait justement méritée. Cependant nous ne pouvons nous empêcher de conseiller à ce producteur de faire des efforts dans le but d'accroître l'importance de ses produits, et, par conséquent, d'en réduire le prix de vente.

Les Pays-Bas, dont la production en fromages, comme nous le verrons tout à l'heure, est si importante, ne nous offrent rien de l'industrie de leurs beurres qui ont cependant une grande réputation.

Le tableau suivant va permettre de juger de l'importance de la production du beurre dans les Pays-Bas. C'est un relevé statistique des exportations pendant les quatre dernières années.

LIEUX de DESTINATION.	QUANTITÉS DE BEURRE EXPORTÉES PENDANT LES ANNÉES				
	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Belgique..........	585.000	823.000	647.000	776.000	577.000
Angleterre.........	13.890.000	12.744.000	15.059.000	16.359.000	17.173.000
Java...............	453.000	684.000	711.000	473.000	376.000
Surinam..........	87.000	107.000	125.000	108.000	114.000
Autres pays........	123.000	147.000	144.000	138.000	133.000
Totaux..	15.138.000	14.506.000	16.686.000	17.754.000	18.373.000

Si nous additionnons les produits partiels de ces cinq années, nous aurons pour somme totale de beurre exporté, dans le cours de cette période, par les Pays-Bas, 82 millions de kilogrammes dont, fait très-remarquable et que nous aurons l'occasion de signaler plus d'une fois dans le cours de nos études, la plus grande partie, soit 75 millions de kilogrammes, a été absorbée par l'Angleterre.

Pour terminer cette étude, peut-être bien restreinte, de l'industrie du beurre, nous dirons qu'il était difficile, il faut l'avouer, de conserver en permanence ce produit frais et salé, à découvert, dans des conditions de température telles que les locaux de l'Exposition les offrent aux producteurs des aliments facilement altérables, à moins de les renouveler souvent en les livrant immédiatement après leur exhibition à la consommation. Le public parisien et les nombreux visiteurs de notre exposition auraient été pour les producteurs une source considérable d'écoulement de leurs produits pendant six mois, et le prix du beurre qui s'élève actuellement, en gros, de 1 fr. 25 à 4 fr. 50 le $\frac{1}{2}$ kil., et, en détail, de 1 fr. 60 à 5 fr. 60 le $\frac{1}{2}$ kil. à Paris, eût diminué proportionnellement au bénéfice que chaque producteur eût voulu rigoureusement réaliser.

3° Le fromage.

Si le lait est un des principaux produits de la ferme et une des premières nécessités de la vie, le fromage peut être considéré comme un des aliments dont l'usage est presque universellement répandu. Il est, par cela même, un revenu très-important pour l'agriculteur intelligent et une ressource précieuse pour l'habitant des campagnes aussi bien que pour celui des villes.

On le trouve, en effet, sur toutes les tables, sous les formes les plus variées, à l'état le plus primitif comme dans des conditions de raffinement extrêmes; mais avec cette différence que, tandis qu'il est pour le cultivateur et pour certaines classes ouvrières une nourriture à peu près exclusive, le citadin n'en fait que le complément luxueux et obligé d'un bon repas; ce qui a fait dire à Brillat Savarin, l'émérite gourmand : « Un dessert sans fromage est une belle à qui il manque un œil. »

Que de pauvres gens après une rude matinée, et même après toute une lon-

gue et laborieuse journée de travail, seront heureux et satisfaits *d'étaler sur leur pain* une couche de fromage frais dont ils font souvent leur repas du matin ou du soir, souvent les deux.

Le fromage offre donc à la fois le moyen le plus avantageux et le plus utile de transporter au loin et de livrer au plus grand nombre de consommateurs possible un des produits du lait renfermant tous les principes nutritifs sous une forme restreinte, concentrée.

L'emploi du fromage comme aliment remonte à la plus haute antiquité, et nous devrions dire qu'il date, indubitablement, de l'époque la plus primitive, puisque les premiers peuples étaient pasteurs.

Les Romains, les Gaulois d'autrefois, faisaient leurs délices du fromage trempé, conservé ou entouré de condiments variables et hauts en goût : le vin, le vinaigre, les liqueurs épicées. Ceux d'aujourd'hui en font, comme nous venons de le dire, un peu plus que leurs délices. La question a donc à cette heure une importance commerciale et alimentaire qu'elle n'avait pas il y a une quarantaine d'années [1].

Plusieurs contrées, celles qui sont les plus favorisées par l'abondance et la qualité des pâturages, produisent de grandes quantités de fromages. Une partie est consommée sur place et dans les localités environnantes; le reste est exporté au loin.

Nous aurons à citer, dans le cours de cette étude, les pays les plus producteurs tant au point de vue de la consommation locale qu'à celui de l'exportation, et nous en tirerons, dès à présent, les conséquences suivantes sur lesquelles nous appelons l'attention des cultivateurs, à savoir :

1° Que de l'exportation résulte une amélioration incessante dans la fabrication d'un produit qu'on avait négligé jusqu'alors, parce qu'il n'était consommé que dans la localité ou dans un rayon restreint du lieu de production;

2° Que le cultivateur qui avait un bétail peu nombreux et, par conséquent, une fabrication très-limitée, s'est vu dans l'obligation d'augmenter l'un et l'autre, d'améliorer ses prairies, de créer des pâturages sur la jachère pour faire face à ce besoin d'exporter, afin de satisfaire à cette nécessité de consommation qui augmente de jour en jour.

Il nous a paru intéressant de remonter à l'origine de nos expositions françaises, à Paris, sans nous préoccuper des concours régionaux agricoles, et de comparer les progrès qui se sont manifestés, insensiblement, dans l'industrie fromagère jusqu'à nos jours.

C'est à l'exposition de l'industrie française de 1819 que nous voyons paraître pour la première fois ce produit de la ferme, et, ce qu'il y a de remarquable, c'est de l'y voir figurer sous le nom de fromage *façon de Hollande.*

L'initiative appartient à M. Desmarais, propriétaire et agriculteur à Neuilly, près d'Isigny, dans le Calvados. Sa fabrication, quoique de date récente, avait déjà produit de très-bons résultats, et cependant le jury ne lui accorde qu'une simple mention. Aujourd'hui on est plus généreux.

En 1823, M. Desmarais exposait de nouveau le même fromage ; mais il avait un concurrent, MM. Scribe et C[e], de Pétiville, Calvados, dont l'établissement

1. On jugera, par les chiffres suivants, qui représentent la consommation des fromages secs à Paris, de l'importance commerciale toujours croissante de cette substance alimentaire.

En 1863, il s'en vendait 2,946,814 kilos; en 1864, 3,082,120[k]; en 1865, 2,968,967[k]; et en 1866, 3,082,120[k].

Ces chiffres ne comprennent pas les ventes effectuées par les commissionnaires et les marchands en gros dont le produit est considérable. A. R.

produisait, à cette époque, 250 *kilogrammes de très-bon fromage, façon de Hollande, par jour, au moyen du lait que lui fournissaient* 250 *vaches.*

On le voit, c'est une industrie de laquelle on *commence à s'occuper en France,* dit le rapport de cette exposition.

Cependant malgré ce progrès l'industrie fromagère n'apparaît plus qu'en 1849, époque à laquelle il faut se reporter pour voir figurer ce produit dans nos grandes expositions. Deux variétés de fromages y sont représentées ; l'une vient du Jura ; c'est un fromage de pâte cuite offert par M. Germain, de Censeau, et ce cultivateur fait connaître, à ce sujet, que 18 vaches lui fournissent, par an, 2,500 kilos de fromages. L'autre est de la fabrication de M. Dhuicques, de Macquelines, dans l'Oise, qui exposait deux variétés de fromages, pâte grasse, produit de 24 vaches laitières, race du pays améliorée par le croisement avec les races flamandes et hollandaises.

Vient ensuite l'Exposition universelle de 1855 ; mais elle est impuissante à réveiller la torpeur, nous devrions dire l'indifférence des principaux producteurs français et étrangers. Les produits les plus remarquables qu'on y voit figurer sont les excellents fromages de Roquefort (Aveyron) et c'est la Société civile de cette localité qui les représente.

Les autres étaient de rares spécimens de la Brie, de l'Auvergne, *des façons* de Hollande et de Roquefort.

L'industrie fromagère du Portugal était supérieure ; elle comptait un plus grand nombre d'exposants, tous grands producteurs de fromage de lait de brebis dont les qualités étaient remarquables et l'importance de la fabrication considérable à la fois pour le pays et pour l'exportation.

La Hollande venait après avec ses fromages à croûte rose, puis l'Autriche avec une imitation de parmesan et rien de plus.

Il est évident que jusqu'à cette époque l'industrie fromagère est à peu près nulle ou fait peu de progrès ; les agriculteurs ne sentent pas encore toute l'importance de la valeur agricole qu'ils ont entre les mains ; ils se bornent, en général, à montrer aux concours régionaux et aux comices des produits souvent mal préparés, parfois grossiers et repoussants de malpropreté. Les qualités exceptionnelles ne se produisent que dans la région qui les a vues naître et se livrent au commerce sans avoir largement subi le contrôle du public.

Mais il faut avoir assisté aux deux grandes expositions internationales de fromages en 1865 et 1866, à Paris, pour se faire une idée de l'importance de cette industrie et de l'intérêt qu'elle présente au point de vue de la variété, de la délicatesse, de la valeur des produits, et des effets plus significatifs encore de l'heureuse influence qu'une exposition sagement et moralement combinée exerce sur l'esprit des producteurs.

Nous regrettons que le nouveau concours qui se prépare n'ait lieu qu'à la fin de 1867, c'est-à-dire quelques jours après l'expiration de la grande Exposition universelle que nous étudions actuellement ; nous eussions pu y puiser des enseignements qui nous font presque entièrement défaut aujourd'hui ; ils nous auraient permis de compléter cette étude de la façon la plus absolue.

Classification. L'industrie et le commerce classent les fromages en cinq grandes divisions : 1° fromages de pâte grasse ; 2° fromages de pâte sèche ; 3° fromages de pâte cuite ; 4° fromages frais et crème et, 5° fromages divers. C'est la division qu'on a suivie aux deux grandes expositions internationales qui ont eu lieu en 1865 et en 1866 à Paris.

Chacune de ces grandes divisions renferme des catégories ou sous-divisions dans lesquelles viennent se grouper les genres ou espèces qui appartiennent à

ce que nous pourrions appeler les cinq grandes familles que nous venons d'énumérer et que l'on désigne sous le nom des localités où les fromages sont confectionnés.

Cette classification facilite l'étude des fromages; c'est celle que nous avons adoptée ici. Elle repose d'ailleurs sur l'espèce et la qualité du lait employé et sur les procédés que l'on a mis en œuvre pour les préparer.

La première division, *fromages de pâte grasse*, renferme 11 catégories : 1° le *Brie*, produit exclusif au département de Seine-et-Marne et, par exception, à l'Oise et à la Meuse; 2° les *Coulommiers*, de Seine-et-Marne; 3° les *façons-brie*, très-heureusement préparés dans les départements de l'Aisne, de la Nièvre, de l'Oise, du Cher, de l'Indre, de Loir-et-Cher, d'Indre-et-Loire, de l'Aube, etc.; 4° les *Camemberts*, produits de l'Orne, du Calvados, de la Seine-Inférieure, de l'Eure, de l'Isère et de la Meuse; 5° les *Bondons* et *Malakoffs raffinés*, de la Seine-Inférieure ; 6° les *Rollos*, fabriqués dans la Somme et l'Oise; 8° les *Macquelines* et *Compiègnes* que nous fournissent l'Aisne et l'Oise; 8° les *Marolles*, *Livarot* et *Pont-l'Evêque*, du Calvados; 9° les *Langres* et *Vosges*, produits particuliers à ce dernier département et à celui de la Haute-Marne; 10° *les fromages divers* (pâte grasse) que nous fournissent le Loiret, la Marne, la Côte-d'Or, l'Aube, la Mayenne, l'Eure, l'Aisne, Loir-et-Cher, Eure-et-Loir, Seine-et-Oise, l'Yonne, l'Angleterre, la Belgique, etc., et 11° le fromage de *Gouda*, d'*Edam* (Hollande ou Pays-Bas) et les façons de ces deux espèces fabriquées dans le Morbihan, l'Ain, le Cantal et la Creuse.

La deuxième division, *fromages de pâte sèche*, renferme 6 catégories : 1° le *Roquefort*, produit exclusif à l'Aveyron ; 2° le *façon-Roquefort* de Gargonzala (Milan) et de quelques localités françaises; les fromages de *Gex*, de *Septmoncel*, de *Sassenage* et du *Mont-Cenis* qui viennent de l'Ain, du Puy-de-Dôme et de l'Isère; les fromages des Pays-Bas (Hollande), dits au cumin, fabriqués à *Leyden* et aux environs; 3° les produits du *Cantal* et de *Laguiole* (Aveyron); 4° le *Géromé* ou *Gérardmer*, des Vosges; 5° les fromages dits de *chèvres* et de *brebis*, fournis par l'Aveyron, les Deux-Sèvres, la Vienne, l'Isère, le Rhône et l'Hérault, et 6° les *fromages divers* de l'Isère, de l'Yonne, du Puy-de-Dôme, etc.

La troisième division comprend deux catégories seulement : ce sont les fromages de *pâte cuite*, les *gruyères* et les *façons-gruyères*. Les premiers sont préparés dans le Doubs, dans l'Ain et dans la Haute-Savoie, et, avant tout, dans la Suisse et la Bavière. Les seconds viennent du Morbihan, de l'Oise, de l'Yonne, etc.

La quatrième division ne compte également que deux catégories : le *neufchâtel frais* et les *fromages à la crème* de toutes sortes et de partout ; mais surtout de l'Ain, de Seine-et-Marne, de la Sarthe, de Loir-et-Cher, de l'Orne, de la Meuse, d'Eure-et-Loir, etc., etc.

Enfin la cinquième division comprend une seule catégorie sous le nom de *divers*. Les variétés qu'elle renferme empruntent çà et là des ressemblances avec d'autres, un certain air de famille qui n'a cependant pas permis de les définir nettement et de les classer définitivement. Cette catégorie bâtarde que des soins, de l'amélioration feront rentrer dans les classes que nous venons d'énoncer ou dans des classes nouvelles, comprend des produits spéciaux aux départements des Ardennes, d'Eure-et-Loir, du Nord, de la Vendée, de la Drôme, et aussi à quelques localités étrangères : la Belgique, la Turquie, la Grèce, etc.

On pourrait admettre également, pour la classification des fromages, quatre grandes divisions basées sur l'origine du lait qui les aurait produits : 1° fromages de lait de vaches; 2° fromages de lait de brebis ; 3° fromages de lait de chèvres, et 4° fromages mixtes. On établirait ensuite des sous-divisions ou familles,

comme ci-dessus. Cette méthode aurait l'avantage de définir l'origine, la nature et la qualité du produit.

Le commerce comprend une grande variété de fromages, et en dehors des espèces dont l'origine ou la nature, le mode de préparation et la provenance sont généralement connus, il en existe un plus grand nombre dont la qualification n'a rien de naturel ou s'applique à des produits que l'on connaît sous d'autres noms et qui n'offrent aucune autre particularité que des formes et des enveloppes qui les déguisent.

Ces variétés auxquelles les *inventeurs* appliquent des appellations de leur goût, se résument, en dernière analyse, à un très-petit nombre d'espèces qui sont le produit de différentes sortes de laits, chargés de plus ou moins de crème, qui ont été soumis à des manipulations particulières et qu'on livre à la consommation dans un état de fraîcheur plus ou moins absolue.

Cela nous conduit naturellement à donner quelques courtes indications sur les procédés en usage pour fabriquer les principales sortes de fromages qui sont plus particulièrement du domaine commercial.

La classification que nous venons d'établir nous a déjà fourni des éléments qui sont de nature à éclairer sur la nature de chacune des grandes divisions ainsi que sur leur origine ; nous allons compléter ces indications par des règles générales, puis nous entrerons dans des explications un peu plus étendues pour chaque grande espèce.

Laisser reposer le lait soit avant, soit après l'avoir écrémé, selon la nature du fromage que l'on veut obtenir, à une température de 28° à 30° centigrades, jusqu'à ce que la caséine se soit séparée du sérum en un coagulum, naturellement ou sous l'influence d'une substance particulière que l'on nomme *présure ;* séparer le coagulum ou caillé, le mettre égoutter dans des *formes* spéciales percées de trous ou sur des claies, enveloppé de carrés de toile fine ou linges à fromages en facilitant l'égouttage à l'aide de coupures que l'on pratique dans la masse avec le couteau à fromage : tel est le procédé que l'on emploie généralement pour fabriquer le fromage le plus primitif, le plus élémentaire, qu'on livre à la consommation pour être mangé frais sous le nom de fromage blanc, frais ou à la pie ou qui sert de base à d'autres espèces plus perfectionnées.

Mais lorsqu'on veut fabriquer des fromages plus raffinés, qu'on désigne sous le nom de fromages *faits*, il est nécessaire d'ajouter quelque chose de plus à cette méthode selon qu'on veut obtenir des espèces à pâte grasse, maigre, sèche, cuite ou crémeuse.

Dans ce cas, il faut que la caséine soit coagulée, séparée du sérum, égouttée, et la pâte qui en résulte pressée pour en faire sortir tout le sérum interposé dans ses molécules, saupoudrée de sel fin, puis soumise, dans un local spécial ou dans une cave, à des manipulations diverses sous l'influence d'une température, de courants d'air ménagés et d'une lumière ou d'une obscurité variables selon l'espèce.

Ces manipulations ont pour but de développer dans la pâte des transformations particulières : matières azotées, sucrées ; des acides gras, des sels ammoniacaux, etc., qui conduisent à des qualités plus ou moins caractéristiques, plus ou moins réussies.

Tels sont les principes généraux qui président à la confection de ce qu'on appelle les *fromages faits*.

Pour les fromages de *pâte cuite*, une opération complémentaire est indispensable, celle du chauffage ou mieux de la coction de la caséine soit au sein du

sérum, soit en la plongeant pendant un laps de temps plus ou moins court, et à différentes reprises, au sein d'une chaudière pleine d'eau, élevée à la température de 70° centigrades; puis on procède comme il est dit ci-dessus.

Il est important de faire connaître ici qu'en thèse générale la qualité du fromage dépend de la nature du lait. Ainsi les fromages les plus délicats sont préparés avec le lait de chèvre et de brebis. Leur qualité dépend aussi du mélange de différents laits et de la quantité de crème qu'on ajoute à la caséine ou mieux qu'on conserve au lait avant la séparation de cette dernière ; de la proportion de sel qu'on emploie et du moment où cette addition a lieu ; de l'usage des égouttoirs et reposoirs : claies, paille, joncs, linge ; des caves ou des locaux ; des manipulations qu'on leur fait subir pendant leur séjour en cave ; du degré de lumière ou d'obscurité qu'on y fait intervenir, et, enfin, de la température au sein de laquelle s'achève la transformation de la pâte.

Les principales qualités de fromages que les producteurs livrent à la consommation sont celles que l'on désigne sous les noms de fromage blanc ou à la pie ; les espèces les plus connues qui viennent ensuite, sont, pour les pays étrangers : le *gruyère* (Suisse) ; le *hollande*, que l'on désigne sous les noms de fromages de *Gouda*, d'*Edam* ; le *parmesan* ou *grana* et le *stracchino* (Italie) ; le *chester*, le *cheddar* et le *stilton* (Angleterre) ; le *herve* (Belgique) ; et pour la France, le *roquefort* (Aveyron) ; le *marolle* (Nord) ; le *géromé* ou *gérardmer* (Vosges) ; les fromages de l'Auvergne, du Cantal, le brie, les bondons, etc.

Nous ferons connaître les procédés pratiques de fabrication des grandes espèces commerciales les plus répandues en les passant successivement en revue.

N'est-ce pas un des précieux avantages des grands concours intellectuels et industriels que de permettre à l'esprit investigateur de s'édifier sur une foule de produits que nous ignorions et de recueillir des documents nouveaux ou précis sur l'industrie de tous les peuples auprès de leurs savants représentants ? — C'est ce que dans la sphère qui nous est dévolue nous avons dû faire afin de donner à nos lecteurs des renseignements pratiques.

Les puissances agricoles que nous trouvons à ce grand concours de 1867 sont pour l'industrie fromagère : les Pays-Bas, la Confédération suisse, l'Italie, la Belgique, d'abord au point de vue de la grande fabrication. Les nations qui viennent ensuite, en progressant chaque jour, sont l'Autriche, la Russie, la Suède, l'Espagne, le Portugal, la Grèce, la Prusse, la Turquie, la Norwége, l'Amérique dont les produits nous sont inconnus, le Canada, Malte et la Nouvelle-Écosse.

Puisque nous avons nommé les Pays-Bas les premiers, c'est par l'étude des produits de cette puissance que nous commencerons.

Le royaume des Pays-Bas est une des puissances européennes les plus actives, les plus industrieuses et les plus commerciales, et ces précieuses qualités son gouvernement les étend jusqu'à ses colonies avec une intelligence remarquable ; Java, une de ses possessions dans les Indes orientales les plus admirablement productives, en est un exemple saisissant.

L'industrie agricole n'est pas moins florissante dans ce royaume que les autres branches de son industrie, et sa surface territoriale de 32,841 kilomètres carrés donne lieu, avec sa population de 3,529,108 habitants, à un mouvement commercial évalué aujourd'hui à près de 445 millions en exportations.

Mais il ne nous appartient pas d'entrer ici dans le détail des richesses du royaume des Pays-Bas et de ses colonies ; nous nous bornerons simplement à faire connaître l'importance commerciale d'une partie de son industrie agricole, celle qui nous occupe actuellement, et cela grâce à l'obligeance de M. D.-R. Gevers-Deynoot.

Tableau statistique de l'exportation des fromages pendant les années suivantes :

PAYS D'EXPORTATION.	ANNÉES 1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Prusse.	391.000	351.000	295.000	250.000	295.000
Belgique.	1.475.000	1.192.000	1.491.000	1.822.000	1.833.000
Angleterre.	14.891.000	17.048.000	17.253.000	19.889.000	20.293.000
France.	4.672.000	3.498.000	4.303.000	5.174.000	4 513.000
Hambourg.	1.356.000	1.556.000	1.670.000	1.363.000	1.238.000
Russie.	49.000	47.000	28.000	49.000	45.000
Suède.	366.000	369.000	367.000	473.000	207.000
Cuba.	543.000	541.000	585.000	585.000	410.000
Java.	»	»	178.000	67.000	54.000
Autres pays.	2.130.000	2.132.000	1.985.000	2.013.000	1.451.000
Totaux. . .	25.843.000	27.325.000	28.159.000	31.685.000	30.339.000

La plus grande partie de ces produits, après avoir été exportés des Pays-Bas en Angleterre, à Hambourg et en France, sont de nouveau, et en partie encore, réexportés dans d'autres contrées soit sur le littoral de la Méditerranée, soit dans les colonies.

Les fromages que les Pays-Bas versent le plus habituellement dans le commerce, sont les espèces à pâte grasse connues sous les noms de fromages de Gouda et d'Edam, et les fromages de pâte sèche, dits au cumin, et fabriqués à Leyden et dans les environs. M. Gevers-Deynoot nous fait observer, à ce sujet, que la plus grande partie du commerce des fromages secs et épicés, de qualités inférieures, proviennent de l'exploitation agricole de M. Friesche Kanter, et sont expédiés à l'étranger par la voie de Harlingen, port sur le Zuyderzée.

Fabrication des fromages. — La fabrication des fromages, dans les Pays-Bas, appartient exclusivement à chaque métairie ; elle ne constitue donc pas une industrie indépendante ou en dehors de cette condition, ce qu'on croit généralement et à tort. Nous prendrons pour exemple une métairie comportant une étable de 24 vaches, et cet exemple nous l'avons sous les yeux, dans le parc de l'Exposition. (Voir la planche XLV représentant la distribution de cette métairie.)

La disposition de cette métairie ou *ferme laitière*, la nature des matériaux qui ont servi à l'édifier, l'économie qui a présidé à sa construction, la distribution des pièces qui la composent, les machines et appareils d'exploitation, de fabrication, les habitants actuels, fermier et fermière originaires des environs de Leyden, avec leur costume national, l'actualité, tout nous pousse à la décrire.

Tout d'abord on entre dans une pièce appelée le vestibule A ; cette pièce est éclairée par l'imposte de la porte d'entrée et par deux croisées percées dans les murs de face, vis-à-vis l'une de l'autre, à droite en entrant.

Autour du vestibule sont disposés, çà et là, les ustensiles et appareils de travail : les uns, reluisant de la plus exquise propreté, accrochés à la muraille (cloison) ou disposés sur des étagères : ce sont les jougs d'hommes, ornés de cuivres jaune et rouge, avec leurs chaînes de même métal pour porter les boîtes à lait, ces dernières, elles-mêmes, tout en cuivre, les seaux en chêne avec anse et cercles en cuivre aussi, les écuelles à écrémer, le diviseur à caillé de même métal

(cuivre jaune), les formes à fromage de divers calibres et les moules à beurre en bois; les autres instruments reposent sur le sol près des cloisons : tels sont les réfrigérants en cuivre rouge, les vases à écrémer en fer-blanc, les presses à caséum et à fromages en bois de chêne.

A gauche est le rafraîchissoir, vaste bassin en briques et ciment, alimenté par une pompe en métal placée à sa droite.

La cloison de droite est percée de trois portes dont une, en entrant, conduit dans une vaste pièce appelée chambre d'hiver, B, les deux autres sont accolées ensemble : l'une conduit à la cave au lait et aux fromages, C, l'autre dans une chambre haute, D.

La cloison de gauche est également percée de trois portes symétriques : une au milieu, à deux vantaux et vitrée, les deux autres pleines, à droite et à gauche, près des murs de face. Ces trois portes conduisent dans l'étable : la première, dans un couloir intermédiaire, les deux autres, dans des couloirs latéraux.

L'étable contient 24 vaches, et ses dispositions sont les suivantes : longueur $15^m.50$, largeur $9^m.50$ et hauteur, sous plancher, $2^m.55$. Au milieu est un couloir bombé carrelé en briques et bordé par deux rigoles, qui courent parallèlement dans toute la longueur de l'étable. Après chaque rigole vient un espace réservé aux vaches, large de $1^m.69$ et divisé en deux parties : l'une près de la rigole, sablée et large de $1^m.14$, l'autre carrelée de $0^m.55$ de largeur. Cette surface est légèrement en pente pour permettre l'écoulement du purin dans une rigole de $0^m.38$ centimètres.

Un couloir large de $1^m.18$ longe les rigoles à purin et les murs de face.

Les vaches sont disposées sur deux rangs, la tête tournée vers le couloir intermédiaire où elles reçoivent leur nourriture dans les rigoles longeant le couloir intermédiaire; elles sont attachées au cou entre deux barreaux à l'aide d'une boucle ou collier en bois, ayant la forme d'un U et terminée à ses deux extrémités par une corde qui la tient fermée. La boucle est fixée à droite et à gauche aux deux barreaux latéraux à l'aide de chaînes qui permettent à l'animal de se mouvoir facilement, de se coucher et de se lever de même. Les pieds de derrière reposent près du bord de la rigole à purin afin que les excréments puissent y tomber directement. La queue est attachée à l'extrémité (le plumet) de façon à ce que l'animal étant couché elle ne puisse plonger dans la rigole et s'y salir.

Les barreaux de séparation sont plantés dans le sol et liés, à l'aide de cordes, vers leur extrémité supérieure, à une longrine qui vient s'appuyer et se boulonner, à son tour, sur des poteaux intermédiaires, supports de la charpente.

Cette disposition est indiquée par les deux profils de la planche XLV. L'un montre la coupe en travers prise dans le milieu de l'étable, l'autre une coupe en long suivant l'axe d'une rigole alimentaire.

Deux conduits aspirateurs ou cheminées à air, dont les ouvertures sont pratiquées dans le plancher, aux deux extrémités de l'étable, puisent, aspirent incessamment les gaz méphitiques qui se développent autour du bétail et les rejettent dans l'air, au-dessus du toit.

Au-dessus de chaque croisée sont deux prises d'air carrées de $0^m.20$ de côté.

Le couloir intermédiaire est élevé de $0^m.18$ au-dessus du sol du vestibule et de la sortie opposée, et les couloirs latéraux de $0^m.03$.

Le service alimentaire se fait par le premier couloir à l'extrémité duquel est une seconde porte à deux vantaux qui donne accès au fourrage; les deux autres servent au pansement et au nettoyage. Deux autres portes, pouvant s'ouvrir

dans la moitié de leur hauteur et séparément, donnent accès au dehors de l'étable soit aux gens de service, soit au bétail.

La pompe du vestibule distribue l'eau dans les rigoles alimentaires pour abreuver le bétail. Ces rigoles reçoivent également le fourrage.

Six croisées, trois sur chaque face, jettent la lumière autour du bétail.

Outre le vestibule, l'étable et la chambre d'hiver, la métairie est pourvue d'une pièce destinée à la fabrication du beurre et du fromage, l'atelier où se trouve la baratte, vaste tonneau de chêne cerclé en cuivre, dans lequel la crème est battue à l'aide d'un manége placé dans un local spécial, F, mu par un cheval.

Dans l'atelier est une cheminée dont l'âtre est vaste, le manteau élevé et flanqué à droite et à gauche d'une chaudière et d'un four à cuire le pain, le tout en briques.

Viennent ensuite la *cage* pour l'élevage des veaux, la porcherie et l'écurie pour deux chevaux, G, H, I. Au-dessus du rez-de-chaussée règnent de vastes greniers et des *dormoirs* pour les servantes et les valets de la ferme, et enfin une chambre à coucher pour le fermier avec dormoirs pour sa famille et une chambre d'hiver située près de la vacherie.

Toute la construction est en bois et briques et agencée de telle façon qu'on peut la démonter pour la transporter sur un autre point quelconque. La couverture est en jonc, disposée de façon à concentrer la chaleur pendant l'hiver, et à préserver de l'action d'un soleil trop ardent pendant l'été.

Une porte symétrique avec celle qui donne entrée du dehors dans le vestibule, conduit, à travers un couloir, dans un lavoir couvert, J, en passant par l'atelier.

N'oublions pas de dire que les vaches laitières ne quittent pas l'étable pendant l'hiver et une partie du printemps, c'est-à-dire qu'elles y entrent en novembre pour n'en sortir que vers le mois de mai, comme cela se pratique dans les principales provinces des Pays-Bas, surtout dans les provinces de Hollande et de Frise où se trouvent de vastes pâturages.

Qu'on s'imagine cette métairie plantée dans le pays, sur les bords du Rhin dont le cours vient alimenter le lavoir, au milieu des vastes pâturages de la vallée qu'il sillonne, là où se fabriquent les excellents fromages de la Hollande, et on aura l'idée d'une exploitation simple, paisible et fructueuse.

Nous avons vu plus haut que les Pays-Bas livraient au commerce des fromages à pâte grasse et des fromages à pâte sèche ; cela indique naturellement deux modes de préparation différents ; nous allons en faire connaître les principes généraux.

Fromages à pâte grasse.—C'est pendant le temps que les vaches sont aux champs que la fabrication du fromage a lieu, c'est-à-dire depuis mai jusqu'en septembre ou octobre ; elle est exclusivement confiée aux femmes.

Le lait est apporté à la ferme où il est versé dans des réfrigérants à travers un tamis à mailles serrées qui retiennent les impuretés.

La traite du jour reste en cave, au frais, jusqu'au lendemain, pour être mêlée à la traite du matin, dans un grand baquet ou tinette. On ajoute alors la présure et on mêle. Dès que le caillé est formé, on le divise pour le séparer du petit-lait ou sérum à l'aide du diviseur (instrument en laiton à poignées de bois) (fig. 1re), en coupant la masse dans plusieurs sens, comme l'indique la figure 2. L'ouvrière presse ensuite avec les mains en appuyant sur la masse, avec un dis-

que ou une écuelle de bois, pour en faire sortir le sérum soit en inclinant le baquet, soit en ouvrant un robinet de fond.

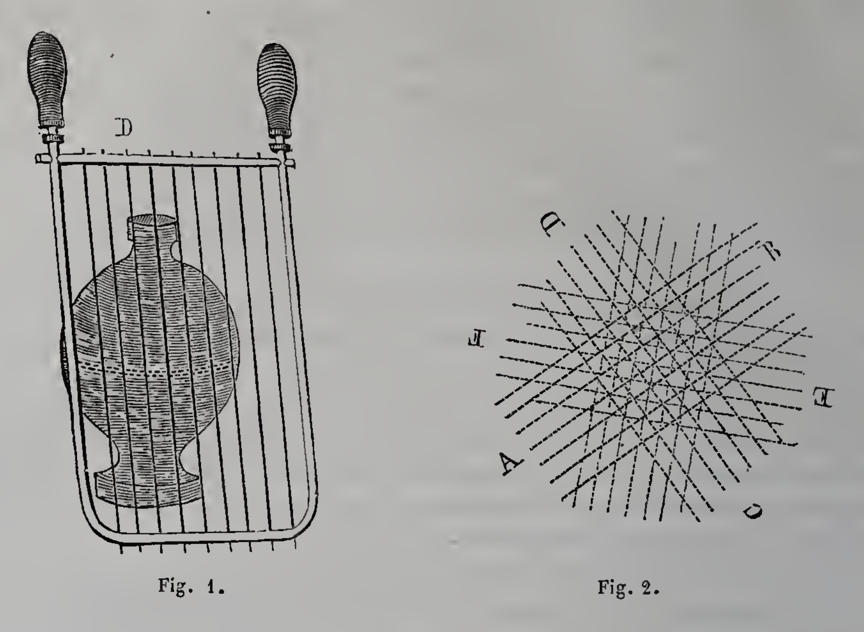


Fig. 1. Fig. 2.

La plus grande partie du sérum étant éliminée, la masse de caillé est soigneusement divisée avec les mains, puis on en remplit les vases en bois de forme sphérique et percés de trous. Une calotte sphérique aussi, entrant à frottement dans l'intérieur de la forme, sert de couvercle mobile (fig. 3).

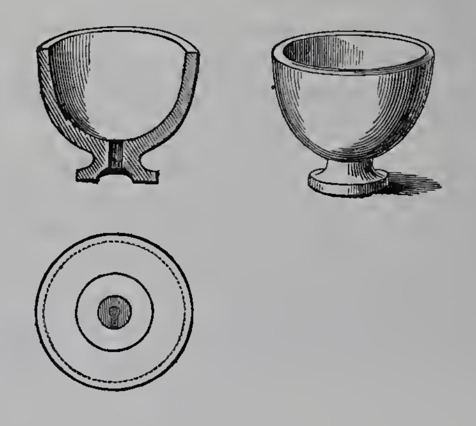


Fig. 3.

Les formes étant pleines de caillé bien comprimé et recouvertes de leur calotte, on met en presse par deux ou quatre vases. Le sérum interposé dans les molécules de la pâte s'écoule insensiblement sous l'action progressive de la presse, dans une rigole pratiquée autour du plateau sur lequel reposent les formes ou vases, et, de là, se rend dans un baquet.

Dès que la pression est terminée, ce qu'on reconnaît à l'homogénéité de la pâte, les vases sont placés dans une rigole ou bassin allongé au sein d'une saumure dont la densité est telle qu'un œuf frais puisse nager à sa surface.

Dans quelques fermes on fait subir à la pâte, après une première pression, une légère coction de 2 minutes dans un bain de petit-lait chauffé à 52° ou 55° selon la température. Le fromage est ensuite enveloppé dans un linge fin, puis

remis en forme et ensuite à la presse pour lui donner une forme parfaitement sphérique ; vient ensuite le bain dans la saumure.

La durée de l'immersion dans la saumure varie selon la température, les pâturages, la qualité du lait, sa richesse en principes gras et en caséine : elle est habituellement de 10 à 12 jours.

Cette opération importante accomplie, les fromages sont mis en chambre fraîche à l'abri des courants d'air et de la lumière, le plus souvent dans l'étable appropriée à cet effet.

Là ils sont prêts à être livrés au commerce avec leur couleur jaune d'ocre pâle, naturelle ou colorés extérieurement au pinceau avec le tournesol en liqueur.

La forme des fromages est généralement sphérique ; elle appartient surtout aux fromages d'Edam ou des environs. Ils pèsent un kilogramme. Dans certaines métairies on les enjolive de dessins à côte, en losange ou en carreaux roses, rouges, jaunes.

La couleur rose leur est donnée par le tournesol en liqueur ; le jaune par le rocou. Certains fermiers ajoutent même au lait en même temps que la présure une petite dose de teinture spéciale de rocou (l'*annatto*) afin de donner à la pâte la belle couleur jaune qui caractérise les fromages d'Edam.

Les fromages de Gouda sont plus gras, plus délicats peut-être ; ils ont une forme sphérique aplatie. C'est la presse à fromage qui leur donne graduellement cette forme à la sortie du saloir. Ces fromages pèsent de 5 à 20 kilogrammes.

Fromages à pâte sèche. — Ces fromages se fabriquent dans toutes les métairies des Pays-Bas ; mais ceux de la ville de Leyden et de ses environs ont une réputation méritée. Ils portent sur leurs faces l'empreinte des armes de la ville : deux clefs en croix.

Voici sur quels principes généraux repose la fabrication de ces fromages toute du domaine des hommes.

Le lait des deux traites réuni et *écrémé*, ce qui constitue la pâte sèche, on ajoute la présure, on mêle. Dès que le caillé est bien formé on effectue la séparation du sérum après avoir divisé la masse à l'aide du diviseur et en pressant comme nous l'avons dit plus haut.

La pâte est alors malaxée, divisée, pétrie à l'aide des pieds, comme fait le vigneron pour fouler le raisin, on y mêle des grains de girofle, du cumin et du sel gris en suffisante quantité, puis on pétrit à nouveau jusqu'à ce que la masse soit parfaitement homogène et le plus possible privée de sérum. Cela fait on divise la pâte pour la mettre en presse, enveloppée dans un linge, dans de petits baquets percés de trous jusqu'à ce que tout le sérum interposé dans les molécules de la pâte soit éliminé. Cette opération accomplie, on met en chambres comme pour les fromages de pâte grasse.

Ces fromages sont d'un beau jaune clair et se conservent longtemps avec leurs excellentes qualités. Ce sont les fromages de Leyden ou au cumin que les Pays-Bas livrent au commerce avec leur forme sphérique aplatie et leurs poids qui varie entre 3 et 15 kilogrammes ; mais le plus souvent de 10 à 15 kilogrammes.

Les Pays-Bas sont représentés pour leurs excellents fromages par huit exposants ; leurs produits sont remarquables, surtout ceux de la ferme, dont la pâte est élastique, fine, d'un beau jaune d'ocre et d'un haut goût.

Suède. — Si on jette un coup d'œil sur le tableau des exportations en fromage des Pays-Bas, on remarque que le chiffre afférent à l'année 1866 a subi une di-

minution de plus du double en le comparant à celui de 1865. Pour la Suède cette diminution est significative; elle est toute en faveur du développement et de la prospérité agricole qui se manifestent incessamment dans cette contrée, et ce progrès, d'où va découler une des plus grandes richesses de la nation, elle le doit à l'appui que le propriétaire du sol, que l'agriculteur trouvent dans deux lois de 1827 et dans l'ordonnance royale de 1866 qui sont, pour la Suède, la transformation de son agriculture.

Affranchis des restrictions qui pesaient sur eux, de par les anciennes lois qui régissaient la propriété et le mode de jouissance de la terre, les agriculteurs ont pu s'attacher à augmenter, spécialement, le nombre de leurs bestiaux, à les élever et à en tirer le plus grand profit d'après des méthodes nouvelles et rationnelles, et cela à dater surtout des dix années qui viennent de s'écouler.

C'est alors que les propriétaires de grandes surfaces territoriales, de grands domaines ont pu se livrer à la fabrication des fromages et, en particulier, des façons *chester*, *cheddar* et autres espèces qui leur sont demandées par l'Angleterre, et qu'ils y exportent en grande partie.

Pour donner la plus vive impulsion à cette fabrication destinée à satisfaire le besoin alimentaire et commercial du pays d'abord, puis du Danemark et de l'Angleterre, le gouvernement suédois envoie, à ses frais, des agents spéciaux dans tout le territoire pour enseigner aux agriculteurs les meilleurs principes d'utiliser le lait et les produits qui en dérivent.

Il est résulté de cette situation nouvelle une conséquence qu'il était facile de prévoir, c'est-à-dire une diminution dans l'importation des produits du bétail, et, entre autres, des fromages, et cette diminution va toujours progressant, tandis que les exportations de cette espèce vont sans cesse en s'élevant. Aussi la Suède a-t-elle vu dans une période de dix années, de 1856 à 1866, l'importation chez elle subir une décroissance rapide et ses exportations augmenter dans des conditions exceptionnelles.

Mais la Hollande (Pays-Bas), fournit encore à la Suède son fromage au cumin, son fromage de Leyden et à si bon marché, que l'industrie laitière suédoise ne peut encore rivaliser avec elle. Cependant il ne faut pas oublier que nous avons constaté une amélioration en 1866, dans le tableau des importations et des exportations du royaume des Pays-Bas.

Nous venons de dire que le gouvernement suédois entretenait à ses frais un personnel d'agents chargés d'aller éclairer les agriculteurs sur les principes de la *science laitière*. Ajoutons qu'il a fait établir, dans ces dernières années, quinze fermes modèles pour l'élève du bétail, un grand nombre de bergeries, dont huit sont la propriété de l'État, et deux écoles spécialement destinées à l'enseignement de tout ce qui peut se rapporter à l'art de fabriquer le beurre et les fromages.

Enfin, pour couronner ces importantes améliorations, l'État accorde des subventions aux jeunes gens qui se livrent à la pratique de l'art agricole, et, surtout, à la branche qui se rattache particulièrement à l'élevage du bétail, aux soins à lui donner et aux moyens de lui faire produire le plus possible le lait et ses dérivés.

Nous terminerons cette trop courte appréciation du nouveau régime agricole de la Suède, par quelques détails qui touchent à la production fromagère et aux producteurs de cette contrée à l'Exposition de 1867.

Dans le domaine de *Barseback*, en Scanie (sud de la Suède), on fait annuellement 6,375 kilogrammes de fromage, façon cheddar, que l'on exporte en Danemark et en Angleterre, où il se vend comme fromage anglais. Le prix de ce fromage est, actuellement, de 1 fr. 65 le kilogramme. Il se fabrique égale-

ment par an, dans ce domaine, 2,125 kilogrammes de fromage façon suisse (gruyère) au même prix.

M. le comte Hamilton Wathier est le représentant et l'exposant de ce domaine qui lui appartient; ses fromages lui ont valu une médaille d'argent pour leur excellente imitation.

Dans un autre domaine, celui de *Oestereng* en Vestrogothie, il se fait annuellement 2,200 kilogrammes de fromage, qui porte le nom du domaine et qui est, en grande partie, exporté également en Danemark et en Angleterre au prix (sur lieu) de 1 fr. 98 le kilogramme. C'est M. le comte G. Hamilton qui représente le pays, comme propriétaire et comme agriculteur. Ses produits lui ont valu une médaille de bronze.

Viennent ensuite :

1° M. Swartz, de Hofgarden, qui expose du fromage de ce nom et remarquable par son bas prix : 1 fr. 02 le kilogramme. La fabrication de cet agriculteur est très-importante, puisqu'elle nécessite l'emploi de 420,000 litres de lait environ par an.

2° L'Institut d'agriculture d'Ultuna, près d'Upsal, où l'on fait 4,250 kilogrammes de fromage par année, qui se vend dans le pays 0 fr. 82 le kilogramme.

3° Enfin, M. Stenbeck, de Gudhem, dans la province de Vestrogothie, expose un excellent fromage, qui porte le nom de la localité.

La fabrication de ce fromage s'élève annuellement à plus de 16,150 kilogrammes.

Les autres exposants sont M. Posse, comte Knut, de Vexioe-Bergovara, qui présente du fromage dit de Smaland, de très-bonne qualité, et M. G.-B Walbom, de Calmar-Koehlby, qui expose des spécimens de différentes espèces.

Armand Robinson.

(La suite à un prochain fascicule.)

XIV

LES ANIMAUX DOMESTIQUES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

PAR M. **EUG. GAYOT**,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

IV

V. Les Chevaux.

(Planches XXXIII, XXXIV et XXXV.)

§ 1.

Il y a eu deux sortes d'exhibitions chevalines : celles du Champ de Mars, qui ont eu de la durée, et celles de l'Esplanade des Invalides et de Billancourt, qui n'ont été que passagères. Les études qu'elles provoquent, dont elles sont l'occasion plus que le fond assurément, ne laissent pas que d'être instructives; mais l'enseignement qui en découle a été déjà tant et tant de fois donné sans profit, qu'il est bien à craindre qu'il reste, cette année encore, lettre morte. Nous avons en France, sur cet important sujet, des idées traditionnelles que ni l'expérience, ni le raisonnement n'entament; nous les apportons en naissant; le lait de la nourrice les fortifie en nous, et pour rien au monde nous ne voulons nous en délivrer. Il n'y a pire erreur que l'erreur qui plaît et dans laquelle on se complaît. Patience néanmoins; le démon ne tient pas devant l'exorcisme. La raison et la vérité, filles du temps, ne perdent jamais leurs droits; si lent que soit leur triomphe, il est sûr toutefois, même en notre pays où elles ont plus à lutter qu'en aucun autre lieu.

Les idées fausses auxquelles je fais allusion sont dans le sang de la nation. Elles reportent périodiquement les esprits vers les chevaux d'Orient, vers les races d'un autre temps ou plus exactement d'une autre civilisation qui est bien aux antipodes de la nôtre. Elles couvent dans tous les cerveaux d'où elles sortent violemment parfois, toutes les fois qu'un nouvel apôtre se présente pour les raviver. Pour ce dernier, si étranger qu'il soit à la matière, ceci est un moyen infaillible de se produire avec quelque avantage pour lui-même. Il fait intervenir Mahomet et ses adeptes; il réédite toutes les légendes et toutes les vieilleries du passé, remue la fibre nationale, obtient des places, se fait couvrir de décorations, devient sénateur, et, ce qui est pire que tout cela, réussit à mettre encore une fois la vérité sous le boisseau. Elle n'y restera pas; sa force d'expansion s'accroît en raison même de la compression; ne perdons pas courage et, dût être ajournée encore l'heure de la moisson, semons toujours en prévision de la récolte.

§ 2.

L'Exposition universelle n'a offert aux curieux de tous les pays, venus pour la voir, aucun spécimen de la race arabe, né en Arabie. La Russie et la Hongrie

nous ont montré des chevaux arabes nés sur leurs terres et sous leur ciel : ce n'est pas tout à fait mêmes choses.

Le cheval arabe peut s'acclimater partout en ce sens qu'il vit fort bien sous toutes les latitudes, mais cette faculté demeure complétement étrangère à la forme, aux caractères, aux qualités de la race, lesquels tiennent par essence au mode d'éducation, à l'emploi habituel, à la destination créée et maintenue à travers les siècles par les besoins. Ce qui manque aux chevaux arabes européanisés, naturalisés russes ou hongrois, ce qui leur manque pour rester arabes, ce n'est ni l'air, ni le soleil, ni l'orge du pays natal, c'est le mode d'utilisation en dehors duquel ils deviennent autres, ce que les font moins un autre milieu que les conditions bien différentes de l'esclavage et du travail.

J'aime le bon cheval arabe, mais j'ai en profonde aversion celui qui, sous son nom, n'est qu'une usurpation et une non-valeur. J'aime le bon cheval arabe, mais ce nom que je fais synonyme de perfection, je ne l'applique pas au premier venu, je le donne aux seuls animaux qui peuvent le porter utilement pour nous, à ceux que nous pourrions employer précieusement comme type de reproduction. Il ne faut plus songer à faire en Europe le cheval de la civilisation arabe, mais celui-ci peut encore et toujours servir à rendre aux races affaiblies d'Occident le feu et l'énergie, — le sang — qu'elles n'ont plus.

Dans l'expression de ce simple fait, il y a toute une doctrine, éternel objet de dissidences radicales entre ceux qui donnent au sang une prépondérance absolue et ceux qui en nient complétement l'influence.

Je ne saurais aborder ici une thèse de cette importance ; elle a fait écrire des volumes. Il me suffira de faire connaître au lecteur quelles idées je représente en hippologie. Je ne suis ni pour ceux qui disent : « le sang est tout, » ni pour ceux qui, se plaçant au pôle opposé, disent à leur tour : « le sang n'est rien. » Pour moi, le sang est quelque chose, il est beaucoup. Sa supériorité est d'ordre moral, mais je ne puis la séparer des qualités d'ordre physique. J'en fais grand cas partout où je la rencontre, et cependant je ne l'estime que là où son utilité est positive. Le cheval qui n'a que du sang est incomplet; c'est une lame sans fourreau. Celui qui n'a pas de sang est un corps sans âme. Le bon cheval est celui en qui on a su, dans une forme appropriée, allier en proportions voulues, eu égard à sa destination, et le sang et l'étoffe, la somme d'énergie nécessaire pour animer une masse donnée. Ce qui a fait du cheval arabe de haute extraction le prototype de l'espèce, ce n'est pas seulement la noblesse et la pureté de race, — le sang; c'est tout à la fois les qualités d'ordre moral et les perfections d'ordre physique que la sélection a réunies dans la forme qui lui est propre et que les générations successives ont fixées en lui de façon à le constituer un ancêtre Ce qui le rend précieux comme reproducteur, c'est la certitude avec laquelle il transmet les qualités morales et aussi la certitude qu'il n'apportera dans la structure de ses descendants aucune de ces altérations ou de ces défectuosités extérieures qui retirent au cheval taré partie essentielle de ses mérites apparents, de sa valeur extrinsèque. Ce qui lui nuit, au contraire, aujourd'hui plus que jamais, c'est sa forme concentrée, sa petite taille, son poids inférieur, ses proportions insuffisantes. Cela revient à dire que s'il est désirable de faire passer dans les veines des races chevalines d'Occident le principe qui anime celles d'Orient, il faut néanmoins conserver aux premières le volume, le poids, les dimensions corporelles qui répondent le plus complétement à la nature des services imposés au cheval par les qualités morales. Plus et mieux qu'aucun autre, il les transmet, à raison de son ancienneté et de sa pureté; mais la pureté s'étend à la forme, et je repousse comme le poison tout reproducteur arabe du plus beau sang que déshonore une tare ou dont la conformation est défectueuse.

Chez le cheval arabe que je préconise, l'os est compacte, d'un grain fin et serré, lourd comme l'ivoire; la chair est de marbre pour la fermeté; les contractions musculaires répondent à cette condition, elles sont vives, énergiques, soutenues dans leur répétition prolongée; les tendons sont élastiques comme l'acier, résistants, volumineux, nets; les attaches sont puissantes; grand est le développement du cerveau, source de l'intelligence, de la force effective, des plus brillantes qualités; réelle est la perfection des sens dont les instruments alors ne sauraient être ni grossiers, ni imparfaits; riche est le tempérament dans sa prédominance sanguine complétée par des nuances heureusement combinées des constitutions nerveuse et musculaire; hardie est la pose; fier, vif, assuré est le regard; fine est l'enveloppe extérieure, la peau; soyeuse et brillante est la robe; soyeux et fins sont les longs crins qui tombent de l'encolure ou garnissent le fouet; exquise est la sensibilité; large et pleine est la vie dans cette admirable machine, l'un des chefs-d'œuvre de la création.

Tel est le cheval arabe de haut bord, le seul qu'on puisse rechercher comme type. Il est rare; de jour en jour il se fait plus rare encore, mais lorsqu'on l'a vu on ne s'y trompe plus, on s'y attache comme à une perfection; on ne le confond plus avec ces mauvaises bêtes que le maquignonnage réussit parfois à introduire et à faire accepter sous son couvert. Bien ignorants sont ceux qui s'y laissent prendre; l'expérience ne nous a point épargné sur ce point les leçons. Il en est de la race arabe et de ses plus proches voisins comme de toutes les autres. Elle a des représentants sur les différents pas de l'échelle; seuls, les plus haut placés ont une valeur certaine comme reproducteurs; les derniers, ceux qui occupent les degrés inférieurs, sont encore de bons serviteurs, des montures plus ou moins énergiques et résistantes, mais au point de vue de la reproduction, ils ne sont plus qu'une non-valeur et un danger. L'insuffisance de la forme et ses imperfections ne pardonnent pas. Incrustées dans la race, celles-ci passent infailliblement du père aux fils et sont, pour plusieurs générations, la source de mécomptes auxquels il ne faut plus exposer l'élevage.

La planche XXXV donne, au premier plan, un beau spécimen de la race arabe. Le dessin était pur et correct; la gravure l'a nécessairement un peu trahi; hélas! c'est chose absolument inévitable. Malgré cela pourtant, la ressemblance est encore vraie. L'exactitude du portrait attire et s'impose à la réflexion. Que l'examen soit attentif et l'œil saisira les différences de structure qui séparent l'animal d'élite du commun des martyrs, les motifs de préférence qui s'attacheront exclusivement au premier, et les raisons qui feront écarter l'autre, celui dont le second portrait est l'image réussie. La tête est toujours expressive, animée, vivante, mais en ses détails la conformation n'a plus rien qui soit la perfection. Eh bien ! — et c'est là le point que je veux mettre en saillie, — employés à la reproduction, les deux animaux se répéteront; ils légueront à leurs suites, dans leur mesure propre ou individuelle, les qualités morales qui font l'apanage de leur tribu, et aussi leur forme, leur état ou leur condition physique; harmonieuse et régulière chez celui-ci, reprochable et défectueuse chez celui-là, également insuffisante chez tous deux eu égard aux exigences de ce temps-ci partout ailleurs qu'en Orient.

Viennent maintenant les générations ultérieures, quelle sera la situation de l'élevage? Dans les produits du type supérieur il n'aura à combattre que l'insuffisance de la forme dont l'expansion et le developpement sont dans la dépendance presque exclusive de l'alimentation : dans les produits laissés par le reproducteur indigne, il aura tout à réformer, tâche par trop longue et par trop coûteuse aussi, l'insuffisance des proportions, les défectuosités et les tares.

Ce que l'élevage a cherché jusqu'ici dans l'emploi du reproducteur arabe

utilisé au croisement, ce n'a pas été l'amélioration lente et progressive des produits, fruit du temps et de la persévérance, mais un résultat supérieur immédiat, l'acquisition soudaine de toutes les qualités rêvées. Les choses ne vont point ainsi. Il s'ensuit que les incessantes tentatives auxquelles on se heurte conduisent invariablement au même terme rapproché, le découragement.

Il y a deux choses dans la recherche du cheval arabe : la conquête de la race par l'acclimatation et son utilisation pure et simple par le croisement.

La conquête n'offre de sérieuses difficultés que dans la rencontre, en Orient, des individualités d'élite capables de reproduire la race sans déchéance. Une hygiène appropriée facilite l'opération et en assure le succès. En soi, la race ne se perd pas, car on ne la mêle à aucune autre; elle se conserve en toute sa valeur par une sélection éclairée, et pourtant elle se modifie, grâce à la richesse des nourritures, dans ses proportions qui se développent sans rien sacrifier de la symétrie et de la régularité de la forme native.

L'emploi au croisement présente les mêmes difficultés accrues par la nécessité d'établir un courant permanent entre l'Europe et les contrée d'Orient où l'on donne quelque attention à la culture du cheval. Il y a lieu, en effet, de fournir à l'œuvre même du croisement non interrompu tous les éléments nécessaires à son entière réussite.

Les deux modes ont été appliqués avec le même insuccès faute de suite et de persévérance, par impossibilité aussi de se procurer en nombre suffisant des générateurs capables. On a donc échoué par la double insuffisance de la valeur et du nombre. Cependant, partout où la reproduction de la race arabe en toute sa pureté a été sérieusement essayée, elle a réussi dans une certaine mesure. On voit dans les haras de l'État, en Russie, en Hongrie, en Bavière et dans quelques haras particuliers de la Russie et de la Hongrie, des familles chevalines de pur sang arabe, qui ne sont pas dépourvues de mérite puisqu'elles donnent satisfaction à ceux qui les entretiennent. A en juger pourtant par les spécimens envoyés au Champ de Mars, la France n'a aucun parti à tirer des efforts plus ou moins réussis de l'élevage russe ou hongrois. Elle y avait eu elle-même plus de succès. La famille arabe pure, telle qu'elle existait en 1852 au haras de Pompadour, était incomparablement supérieure à celles dont on nous montre aujourd'hui des échantillons un peu surfaits. Il fallait bien être poussé par le besoin de détruire lorsqu'on a supprimé l'élevage du pur sang arabe en Limousin. Les acquisitions honteuses qui ont eu lieu depuis et tout récemment encore pour des sommes exorbitantes, l'infériorité comparative de ce qui a le plus de valeur à l'étranger, sont bien de nature à donner des regrets. Malheureusement le mal est à peu près irréparable et c'est le pays qui en porte la peine, non ceux qui l'ont fait.

L'Exposition universelle de 1867 aura donc mis ceci en lumière : si nous devons essayer encore du sang arabe, ce n'est ni en Russie, ni en Hongrie que nous devons aller le chercher. Ce n'est, au surplus, qu'une nouvelle sanction apportée à l'expérience acquise, aux fortes leçons du passé. J'ai dû user autrefois, par ordre et à mon corps défendant, d'étalons arabes qu'on avait commis l'erreur d'aller acheter dans un haras particulier, très-renommé, de la Hongrie; Dieu préserve la France de voir encore aussi mal employer l'argent de ses contribuables! Laissons aux exposants les spécimens qu'ils ont offerts à notre petite admiration. Ils ne sont point à notre usage. Laissons de même les étalons orientaux médiocres, à plus forte raison les derniers venus, car de tous ce sont encore les pires; honte à ceux qui les ont procurés comme à ceux qui les ont acceptés, et gare à ceux qui s'aviseront de rechercher leurs œuvres!

§ 3.

A côté du cheval arabe vient se placer le cheval barbe, cette autre illustration des temps anciens, cette autre image d'une vieille civilisation. Je n'en parle que par acquit de conscience. Il y a quatre chevaux barbes au Champ de Mars où, autant que les chameaux dont ils sont les pendants, ils font bien la même piètre figure. Ils viennent, je crois, du Maroc et de la Tunisie. Ils ne sont ni chez eux ni à leur place ; ils n'excitent aucun intérêt et passent inaperçus sauf, peut-être, celui qui appartient à M. de Lesseps, qui est le *primus inter pares*. Quelle déconvenue pour ceux qui, en France, les ont patronnés, chantés, exaltés !

Le cheval barbe fait partie de ces races orientales abandonnées à l'incurie et dégénérées dont la structure n'a plus d'harmonie, qui s'allongent et se décousent en s'alourdissant, tandis que la tête se bombe, que l'oreille se néglige, que le port de queue disparaît, que toute grâce, toute beauté, toute symétrie s'effacent sous l'irrégularité, la disproportion, les défectuosités. Cependant je veux être juste, l'ampleur des membres reste, l'aplomb aussi se conserve, et sous ce vilain portrait, on retrouve toujours un cheval de guerre plus ou moins résistant et sobre, propre à porter un soldat et tout son lourd attirail de cavalier léger.

C'est là ce qui a fait sa fortune; c'est là ce qui lui a gagné des partisans et des chantres. Soit. Vantez-le comme cheval de guerre, tant qu'il vous plaira, et le laissez à cet emploi. Mais n'allez point au delà et n'attribuez à sa race aucune valeur, sous le rapport au moins de la reproduction. A ce point de vue, il est à bout ; il n'a plus rien des qualités régénératrices et, quant à la forme, lisez : « sans taille, sans allure, sans vitesse, sans fond, ni aucune espèce de sang ou de distinction, il ne peut remplir convenablement que l'office de mauvais bidet de poste.... » C'est un peu sévère peut-être, et pourtant, il faut bien en convenir, c'est ressemblant, en dépit des prouesses qu'il fait ou dont on lui fait les honneurs ici et là, en Afrique surtout!

En réalité, il n'est bon que chez lui; dépaysé, il perd beaucoup et ne soutient pas sa renommée. Chez nous, il ne justifie pas l'enthousiasme de ses patrons. Ceci est grave et mérite de nous arrêter un moment.

Un mauvais emploi de l'étalon de pur sang anglais, mal choisi, a singulièrement nui à la bonne reproduction du cheval léger dans les contrées méridionales de la France. Il en est résulté un abaissement considérable et déplorable du niveau hippique en ces régions. La cavalerie légère eut alors beaucoup à se plaindre et se plaignit très-haut, en effet. Le bon sens aurait porté à rechercher les causes d'un progrès en arrière aussi regrettable et, les causes découvertes, à prévenir la continuation du mal en y remédiant. C'était et trop simple et trop judicieux. On a trouvé plus commode ce raisonnement : les chevaux du Midi ne nous conviennent plus, cessons d'en acheter. Les chevaux d'Afrique feront, au contraire, d'excellents chevaux de cavalerie légère, encourageons par nos achats les Bédouins; ils en produiront davantage et suffiront à nos besoins. Un ordre semblable est bientôt donné. Or, de là à l'exécution, il n'y a que la main. On importa donc en France des chevaux barbes et on en remonta exclusivement certains régiments. Tout nouveau, tout est beau, suivant le proverbe. On fut d'abord dans l'enchantement, mais l'illusion fut de courte durée et j'ai entendu dire à des officiers cette prière : « Délivrez-nous, ô mon Dieu, du cheval barbe, ainsi soit-il. » C'est surtout par les pieds qu'il périt.

En encourageant l'éleveur arabe, on a peut-être bien découragé l'éleveur français. Aussi, dès les premiers bruits de guerre, au commencement de 1867, on ne sut où aller prendre des chevaux de cavalerie légère. Des offres vinrent de Russie et de Hongrie. Voyez, nous avons des chevaux cosaques par millions, dit

l'un ; sans doute reprit l'autre, mais la Hongrie est moins loin ; là vous trouverez à souhait. Et vite les ordres de départ, pour aller à l'étranger : 2,500 chevaux ont été achetés en un tour de main. Au lieu de vendre, l'éleveur français payera........ Les achats à l'étranger continuent. Les qualités des animaux qu'ils introduisent chez nous ne sont pas de nature à faire oublier nos anciens chevaux de cavalerie légère.......

Mais l'histoire du cheval barbe ne s'arrête pas au point où je l'ai laissée. On l'a envoyé au Mexique où la renommée l'avait devancé. Beaucoup purent être vendus. Tout d'abord les prix furent très-élevés. Mais bientôt, quand l'expérience eut appris aux Mexicains ce que le cheval barbe était capable de faire — tout au juste — on cessa de le rechercher ; les prix tombèrent à un taux même inférieur à la valeur réelle, et, tout laid ou défectueux qu'il soit, le cheval mexicain parut meilleur et supérieur au Mexique.

Ces renseignements porteront-ils leurs fruits? *E chi lo sa?* Nos administrateurs étudient peu, n'observent guère, et n'apprennent pas grand'chose.

§ 4.

L'exposition chevaline de la Russie a été une nouveauté pour la France. On a su gré à cette puissance d'avoir envoyé au Champ de Mars des spécimens des principales variétés de sa population équine dont le chiffre est immense. Il y a eu là un groupe de vingt-quatre têtes. Arrivés pour l'ouverture, ces animaux sont restés plusieurs mois durant, après quoi ils ont été remplacés par douze ou quinze autres appartenant au prince Orloff, représentant de l'empire de Russie. Celle-ci a fait les choses au grand complet. On sent qu'il y a, au fond de tout cela, une espérance de se révéler comme puissance chevaline de premier ordre et un besoin de s'ouvrir des débouchés pour une production exubérante. C'est à ce double point de vue qu'il faut se placer pour parler de l'exposition des chevaux russes.

L'empressement des visiteurs a témoigné d'une vive curiosité ; on ne sortait guère de là qu'avec l'éloge à la bouche. C'est que, judicieusement entendue, l'installation était coquette ; la tenue des chevaux ne laissait rien à désirer, et on venait là merveilleusement disposé à trouver tout bien. On faisait queue et l'on n'entrait qu'à son tour, mais une fois dans cette écurie proprette, on ne se retirait qu'après avoir vu, tout à son aise ; on s'arrêtait longuement devant chaque box pour en considérer l'habitant, et d'aucun côté on n'entendait une de ces paroles légères ou cruelles qui tombent comme un coup de massue sur les choses ou sur les personnalités auxquelles on ne veut pas précisément rendre hommage. Loin de là, on revenait volontiers aux jours et aux heures réservés pour ce qu'on a appelé la promenade et qui était une exhibition extérieure dans un petit promenoir *ad hoc*, lequel s'établissait dans le parc, en face de l'écurie. Le spectateur alors s'animait davantage ; sa satisfaction montait au degré d'animation des chevaux eux-mêmes, toujours si beaux et si brillants dans l'action.

L'exposition et l'exhibition des chevaux russes ont donc obtenu un grand succès ; l'impression générale leur a été favorable.

Pour moi, je ratifie volontiers, en le constatant, le jugement porté par la foule. Les animaux, nos hôtes, ont été choisis avec soin ; ils sont, sans conteste, les représentants de races ou de variétés capables ; je vois en eux de bons serviteurs et j'ajoute qu'il n'y a point à les déprécier, qu'il faut, sans marchander, les estimer pour ce qu'ils valent et autant qu'ils valent. Ils viennent de loin et tiennent de race ; ils sont le résultat d'attentions spéciales, d'un système de reproduction qui s'est attaché à les faire capables. Sans avoir aucun mérite exceptionnel, ils

sont, je le répète, de bonne souche, de constitution solide, susceptible d'une large application au travail. Sous ce rapport, ils peuvent faire raison au consommateur, donner ample satisfaction à qui les emploie et use leurs forces; mais si je les étudie à un point de vue différent, la question devient autre. Alors je fais mes réserves.

En effet, la plupart des chevaux dont se compose la première réunion, réunion d'élite, sont des reproducteurs, des étalons préposés à la sorte des juments d'ordre entretenues dans les haras de l'empire. On nous les donne comme des chefs de race, provenant de vieilles souches, destinés à perpétuer eux-mêmes les aptitudes et les qualités qu'ils ont reçues de leurs ancêtres : on nous les présente comme aptes à remplir à un haut degré le rôle d'améliorateurs. La prétention serait donc de nous les offrir, eux ou leurs pareils, comme des types propres à faire avancer notre population chevaline dans la voie de son perfectionnement. Il s'agirait, si je ne me trompe, de chercher à nous rendre tributaires de la Russie, laquelle se croit en mesure de nous fournir des éléments de bonne reproduction qui nous manquent. S'il était vrai qu'elle les possédât, je considérerais comme un grand avantage qu'elle devînt notre pourvoyeuse : elle en tirerait profit et nous aussi. La question est donc celle-ci :

Les chevaux russes sont-ils aptes à concourir à l'amélioration des chevaux français ?

En thèse générale, je n'hésite pas à répondre par la négative. Tels qu'on nous les montre, tous ces animaux se présentent sous une forme qui n'est pas la nôtre et qui n'est assurément pas la meilleure. Ils nous apparaissent construits, façonnés à l'envers. Très-épais, très-chargés du devant, ils sont comparativement minces et légers à l'arrière; larges, étoffés dans le dessus, je les vois pauvres dans le dessous dont les attaches manquent de relief et d'ampleur. Avec cette structure pourtant, ils ont de bonnes actions; elles sont dues au développement musculaire de la ligne supérieure. C'est elle qui domine heureusement et soutient efficacement l'édifice, mais si on la met en puissance, si on exige d'elle tout ce qu'elle est susceptible de donner d'effet utile, il est certain que les autres parties seront surmenées et ne résisteront pas. Dans le cheval de luxe, dans celui qu'on applique au service de la selle et dans celui qu'on soumet au trait rapide (la Russie n'en expose pas d'autres, l'avant-main doit être relativement légère et dégagée, et le train postérieur très-fourni de couches musculaires épaisses; c'est ce dernier qui pousse en avant la machine, qui la chasse en lui donnant l'impulsion. Il est aisé de comprendre que plus les parties antérieures auront de volume ou de poids inutiles, plus le train de derrière devra dépenser d'efforts perdus pour le résultat à obtenir en force et en durée, quant au travail à effectuer : c'est la condition structurale des chevaux russes en général; ils sont taillés sur ce patron avec la circonstance aggravante, j'insiste, d'articulations qui ne donnent pas l'idée d'une grande résistance. Il faut toutefois excepter de cette appréciation le cheval des Cosaques du Don ; j'en reparlerai plus bas.

Voilà pour l'ensemble. Il ne me satisfait pas, on le voit, en un point très-essentiel, celui de l'élection du type reproducteur. Nos chevaux de selle et d'attelage léger se montrent mieux faits à l'avant et à l'arrière. Je ne trouverais aucun avantage à les gâter dans ces régions, à leur donner des proportions à l'envers. J'envierais pour eux la largeur et plus encore la puissante musculature du dos et des reins des chevaux russes, mais je ne voudrais pas en acquérir le bénéfice aux dépens de l'ampleur et de la force des membres dont les attaches doivent avoir plus de relief et de véritable solidité.

Relativement à la race, il est très-important toujours de la bien déterminer avant de lui assigner un rang définitif. Je m'explique donc.

Et d'abord, je laisse à l'écart les chevaux de race arabe pure, qui ne sont pas nés en Orient. A ce sujet je n'ai rien à ajouter à ce que je viens d'écrire un peu plus haut. Je rends toute justice aux deux étalons de cet ordre exposés par la Russie; ils témoignent d'un succès non contestable de l'élevage russe, mais je n'en revendiquerais le profit pour la France qu'à titre d'imitation, que pour revenir au passé, c'est-à-dire à l'élevage direct du cheval arabe dans un haras sérieusement édifié, judicieusement mené en vue des besoins chevalins du pays à l'époque actuelle.

Je vois à côté trois produits d'un bon choix, trois étalons sortis d'une jumenterie d'État ou impériale, créée à la fin du siècle dernier. Que cette date s'attache donc à la souche qui les a donnés et nous mesurerons par une période de 80 ans environ la continuité des efforts qui ont été accumulés sur la famille représentée à l'Exposition du Champ de Mars. Nous n'avons rien d'aussi bien fondé, en France, où la stabilité est notre moindre défaut.

Ces animaux, dit une notice répandue à un très-petit nombre d'exemplaires, sont « le résultat du croisement intelligent et successif de producteurs principalement arabes et anglais. » La phrase ne dit peut-être pas exactement dans notre langue tout ce qu'elle exprimerait en langue russe. Quoi qu'il en soit et si méritants qu'on puisse trouver les produits de cette famille anglo-arabe, ils ne réussiraient point à faire oublier ceux qu'un acte de vandalisme a si prestement dispersés lors de la suppression de la jumenterie de Pompadour. Les noms des promoteurs de la mesure resteront à tout jamais dans la mémoire des éleveurs du Midi.

J'arrive aux trotteurs russes, famille spéciale et très-renommée en Russie, dont les premiers fondements ont été jetés à la fin du dix-huitième siècle, par un comte Orloff. Elle en porte le nom et la voilà presque centenaire. Elle est bien confirmée; homogène et constante, elle se répète invariablement elle-même dans le milieu qui lui est propre. En serait-il de même en d'autres lieux? C'est à supposer, mais la preuve n'est pas faite, que je sache. Voyons comment elle a commencé.

Sous le rapport zootechnique, cette question d'origine offre un certain intérêt et surtout un intérêt d'actualité.

Les trotteurs envoyés à Paris, bien que sortant de haras divers, les uns de jumenteries de l'État, les autres d'établissements particuliers, appartiennent tous à la famille créée par le comte Orloff Tchesmensky dans son haras, devenu célèbre, de la Khrenovaya. La famille a eu pour point de départ un étalon — Bars Ier, issu de Polkan Ier, fils de Smetanka, importé d'Arabie. La mère de Bars était de race hollandaise, et celle de Polkan de race danoise.

Bars Ier fut marié à nombre de juments anglaises, arabes, persanes et hollandaises, et ses divers produits, alliés entre eux, en créèrent d'autres en qui un bon élevage et une éducation professionnelle développèrent des qualités de premier ordre. A ce point, une sélection sévère confirma la race qui, dit la notice, « se consolida par le choix de producteurs pris dans son propre milieu. » Ainsi, le mélange de divers sangs, c'est-à-dire de conformations et d'aptitudes différentes, et les mariages consanguins à des degrés très-variables, tels ont été les moyens employés à la création d'une famille que le temps et la sélection ont fait homogène grâce à un système d'élevage et à un mode d'utilisation qui n'ont pas changé.

Les commencements des trotteurs de la race Orloff peuvent remonter à 1780. Cette race a successivement conquis une grande renommée. On nous la présente comme réalisant « le type parfait du cheval d'attelage, remarquable par sa beauté, la vélocité de ses mouvements, la vitesse et la régularité de son allure. »

Pour moi, je trouve qu'on nous la surfait beaucoup; mais ce qui me touche le plus en ce qui la concerne, c'est l'hétérogénéité de son point de départ, complétement effacée depuis longtemps sous l'influence d'un régime toujours le même et d'un mode d'éducation invariable. Ceci doit donner à penser à ceux qui dénient toute constance héréditaire, toute fixité aux métis. Les faits démentent à tout propos leur doctrine et en montrent l'inanité. L'hérédité vraiment ne serait qu'un mot si la théorie nouvelle pouvait avoir raison. Malgré cela, je ne conseillerais pas d'emprunter à la Russie, comme types de reproduction, ses meilleurs trotteurs russes. Bien qu'ils soient depuis longtemps fixés dans leurs aptitudes et qu'ils aient le pouvoir de se reproduire entre eux sans déchéance, leur provenance m'inspire peu de confiance, et leur conformation n'est pas de celles qui doivent séduire ou enthousiasmer, car ils ne promettent au fond aucun avantage bien marquant, aucune supériorité réelle. Je puis me tromper. Cependant à ceux qui auraient une autre croyance, voire une autre conviction, je dirais encore : avant de prendre un parti définitif, essayez avec sagesse, expérimentez ; l'expérience est toujours bonne à consulter.

A la suite de la première exposition russe, qui présentait six trotteurs Orloff, un prince du même nom en a envoyé d'autres, je l'ai déjà dit. Ceux-ci, plus nombreux, se divisent en deux branches : l'une tient précisément à la famille dont il vient d'être parlé, et qui a pour destination l'attelage ; l'autre est spécialement propre à la selle, et descend exclusivement d'ancêtres arabes ; elle est donc de pur sang. Cette dernière a un peu moins de taille, mais les représentants des deux branches se montrent parfaitement semblables. Ils sont haut montés, longs, plats, minces de corsage. Ils ont le garrot bas, leur membrure n'est pas toujours irréprochable ; ils manquent de corps, ils ont peu de dessous. Que leur reste-t-il alors? de la distinction et de la vitesse au trot. Sous le harnais ils ont « du chic » ; en action, ils brillent et se font admirer ; la tête est belle, la physionomie est intelligente, la peau est fine, le poil est court, la robe est vive et chatoyante ; les crins sont soyeux. Il y a sous tout cela, du sang, de l'avoine, des soins, de la richesse, mais peu de travail, un service doux. J'admire ces beaux oisifs qui passent. Pourtant si je me demande ce qu'ils deviendraient sous les effets de la fatigue, en vérité je n'ose me répondre tant la question est indiscrète. Entre tous, le cheval arabe est noble : noble par sa race, mais solide et résistant au travail. Je ne fais aucun cas du cheval de haut lignage qu'il faut tenir dans une boîte à coton ; je n'estime une race de travailleurs qu'à raison de leur puissance ou de leur résistance. J'aime le beau, mais pour son utilité pratique seulement. L'écurie de M. le prince Orloff peut lui donner toutes sortes de jouissances....... paisibles. Je préfère beaucoup celle de mon honorable ami M. le marquis de Croix, exclusivement composée d'animaux infatigables, élevés à la dure, et capables des plus longues routes. Ils ont aussi une haute distinction, du sang, de la noblesse, mais tout cela est rehaussé par des épreuves multipliées et soutenues. A l'exception d'un étalon, de la dynastie des Bars, je ne vois pas dans l'écurie russe un cheval à qualités solides. Ce sont chevaux de promenade que tout cela, rien de plus. Leurs équivalents en France respirent la force et la durée : je leur donne la préférence.

Les Russes ont montré beaucoup d'habileté en France, mais ils se sont très-prudemment arrêtés au bord de la difficulté. Ils ont voulu nous faire voir leurs trotteurs les plus rapides, et nous avons dû rendre hommage à leur rapidité... tout éphémère. En course sérieuse, au travail proprement dit, à la chasse, que deviendraient ces brillants animaux ? Ils le savent bien et ne se sont point exposés à nous l'apprendre *de visu*, expérimentalement, sur le terrain ; les nôtres les eussent battus à outrance.

Ces trotteurs ont été menés trop loin dans leur spécialité; ils ont dépassé le but. En les faisant *trop* vites ou *trop* rapides, on les a sortis de l'utilité pratique. La conformation en a souffert. La puissance d'haleine a été élevée au niveau de celle du cheval de course au galop, mais les os, les muscles, les tendons, trop minces et trop grêles, manquent de substance et ne soutiennent pas les effets d'un travail rationnellement prolongé.

Non, des chevaux ainsi conformés ne sont point à rechercher pour l'amélioration des races usuelles.

J'en dirai autant de certains autres qu'on nous a offerts comme des « types » et dont nous n'avons absolument rien à dire. Je ne veux pas m'attarder à en médire. En ce qui les regarde, tout au moins par rapport à nous, il n'y a pas matière à controverse. Ce ne sont pas des types, et ils n'amélioreraient pas notre population chevaline.

Un dernier mot sur le cheval cosaque. Cette race a été admirablement représentée au Champ de Mars par un petit animal noir, portant le nom de Donetz, et venant du cossiak d'un particulier nommé lui-même Boutencoff.

Les cossiaks sont de petits groupes de chevaux, composés de vingt poulinières attachées à un seul étalon. Ils forment autant de familles ou de petits troupeaux, établis dans les immenses steppes du pays des cosaques du Don, des cosaques de la mer Noire, des gouvernements d'Astrakhan, de Samara et d'Orenbourg, en Sibérie. Ils y sont en nombre très-considérable, vivent à l'état demi-sauvage et constituent une véritable richesse. Là se trouve, à proprement parler, le gros de la population chevaline presque innombrable de la Russie.

Le cheval cosaque est d'origine asiatique; on assure que le sang de diverses tribus tartares, turques et circassiennes, coule diversement amalgamé dans ses veines. Ceci est de médiocre importance; ce qui est plus essentiel à dire, c'est que le principe de la consanguinéité règne ici à un degré très-marqué sans aucun inconvénient. Il imprime, il maintient plutôt, toutes autres influences aidant, un cachet à part, tout à fait caractéristique. L'accouplement est libre : le sultan a peut-être des favorites parmi les femelles confiées à son ardeur, mais il n'en néglige aucune, et toutes il les respecte quand l'œuvre de la fécondation est accomplie. Aussi, et malgré les rigueurs du climat, malgré les privations et la misère qu'elles imposent, les naissances sont drues. Beaucoup de jeunes sont emportés de bonne heure; toutes les souffrances ne pardonnent pas : celles du froid et de la faim combinés sont de ce nombre; bien des existences s'éteignent donc prématurément, mais celles qui résistent, mais les chevaux qui n'ont pas succombé à ces rudes épreuves, en sortent singulièrement trempés et font de solides serviteurs, d'incomparables compagnons à qui la fatigue est à peu près inconnue. Entre tous encore, les chevaux des cosaques du Don, légers, bâtis à chaux et à sable, sobres et rustiques, tout fer et tout acier, jouissent d'une réputation bien acquise, et fournissent aux troupes légères de l'empire des remontes qui laissent peu à désirer.

Il y a, en Russie, une administration des haras qui applique ses soins, son intelligence, ses ressources, à maintenir en bon état de culture « des pépinières de reproducteurs d'élite destinés à l'amélioration de l'élève du cheval dans tout l'empire. » C'est là, à coup sûr, la plus haute mission que puisse se donner et qu'ait à remplir une administration des haras. Assurer par une voie quelconque la production suffisante par les qualités et par le nombre de l'élément améliorateur de la population, tel est le premier devoir du service public qui porte cette dénomination, laquelle oblige.

C'est cette pensée, cette nécessité primordiale qui m'a fait écrire, il y a longtemps déjà, et me fait encore répéter en ce moment : « Tout système de haras

est bon qui s'attache à faire naître dans le pays les éléments de génération dont il a besoin ; par contre, tout système de haras est défectueux qui ne procure pas à l'industrie de l'élevage les éléments d'amélioration sans lesquels le produit demeure insuffisant. »

La Russie obéit de vieille date à cette exigence ; la Russie est riche en chevaux, en bons chevaux de service. Elle récolte suivant ce qu'elle a semé, et sa moisson est à la fois abondante et bonne.

§ 5.

L'Autriche, la Prusse et la Bavière nous ont tardivement et très-passagèrement envoyé quelques spécimens de leurs haras. Je commence par les chevaux autrichiens.

Ils étaient six. Ils n'ont pas fait fortune, et promptement ils s'en sont allés comme ils étaient venus. On les a moins admirés, moins appréciés que les chevaux russes. Pourquoi? A mon sens, ils n'étaient précisément ni plus mauvais ni meilleurs. Ce qui leur a nui, ou plutôt ce qui ne leur a pas servi, c'est que, appartenant à des familles diverses, ils ne formaient pas groupe homogène, mais disparate. Ils venaient, je crois, du grand haras impérial de Mézoehegyès (Hongrie), sorte d'arche de Noé hippique, où l'on entretenait encore en 1840 jusqu'à dix-sept familles chevalines distinctes, et où l'on avait eu — une fois — la folle ambition de produire et d'élever la totalité des chevaux de remonte à faire entrer annuellement dans les rangs de la cavalerie autrichienne.

Le sang arabe a été pendant longtemps le seul véhicule de l'amélioration des diverses classes de chevaux qui peuplent l'empire d'Autriche. Depuis une trentaine d'années, le cheval anglais lui est venu en aide. L'insuffisance du premier, eu égard aux besoins plus pressés de ce temps-ci, a forcé de recourir au second. Aujourd'hui la population hippique de l'Autriche est en voie de transformation, et les spécimens que nous venons de voir au Champ de Mars disent à quelles sources on puise maintenant pour la fortifier et la faire plus complète. Le sang arabe n'est point exclu, mais le sang anglais domine, et les hippologues du pays déclarent contrairement aux attestations de quelques zootechniciens qui ont besoin de se frotter à la pratique, qu'ils tirent plus de profit, sauf de très-rares exceptions, de l'emploi de certains étalons de demi-sang que de la plupart des chevaux de pur sang. Ce n'est pas la faute de ces derniers, mais de l'éducation forcée qu'ils subissent et qui les ruine. On a fait grand bruit du prix de 100,000 fr. qui se court depuis quelques années à Paris. Laissons aller les choses comme elles sont, comme on a voulu qu'elles soient ; en dix ans un million aura été ainsi dépensé, sans résultat, en pure perte. Les chevaux de course n'en auront éprouvé aucun changement ni en bien ni en mal. Croit-on qu'il en eût été de même si une pareille somme — 100,000 francs par an — avait été consacrée à primer le haras particulier le plus riche en poulinières inscrites au stud-book? Ce serait un petit programme bien facile à faire que celui-là, mais nul n'aiderait à en fonder le prix annuel. Au bout de dix ans, toutefois, on constaterait à n'en pas douter que le million dépensé a du moins porté quelques bons fruits. Les poulinières d'élite seraient plus nombreuses, meilleures seraient à l'avenir les racines de la race, si fort compromise aujourd'hui que l'étalon de pur sang est partout considéré comme un reproducteur insuffisant et dangereux ; que partout on lui préfère l'étalon de demi-sang confirmé. Mais ce dernier est d'autant plus malaisé à réussir que son père lui-même est moins doué des avantages ou des qualités physiques auxquels lui, son fils, est particulièrement redevable de sa bonne renommée. La vogue de l'étalon de demi-sang ne tient qu'à sa corpu-

lence, qu'à ses proportions harmonieuses ; il la perdrait bien vite si la race pure était rendue à elle-même par un système d'élevage moins excessif.

Sous ce rapport, l'Autriche en est arrivée au point où nous en sommes. Ne trouvant pas dans le pur sang l'ampleur nécessaire aux chevaux de service, à ceux qui puisent les qualités de fond et de résistance dans le volume du squelette, le développement musculaire et la puissance des organes essentiels à la vie, elle descend l'échelle et s'adresse au demi-sang. Elle nous a montré des animaux de cet ordre.

C'était d'abord un *porte-harnais de gala*, une manière de géant, qui doit être magnifique au carrosse dont il fait, je le suppose, l'ornement compassé et un peu aussi la majesté. Toutefois, il n'y a pas là un type ; je passe.

Après lui, c'est un représentant de la fameuse *Nonius*. Le créateur de cette famille fut certain étalon anglo-normand de ce nom, né en Normandie, élevé par les haras à l'ancien dépôt d'étalons et de poulains du Bec-Hellouin (Eure), d'où il passa au haras de Deux-Ponts, lorsque celui-ci appartenait à la France. Ramené au haras de Rosières (Meurthe) par suite des événements politiques, Nonius fut ensuite pris par les Autrichiens, qui l'envoyèrent à Mézoehegyès, où ils le constituèrent chef de race. Il devint un ancêtre.

Plus normand qu'anglais, car alors le croisement n'était pas très-avancé en Normandie, Nonius a fait semblable à lui-même, et ses descendants actuels, après cinquante ans passés, répètent très-fidèlement notre cheval normand de 1815.

Voilà un métis qui s'est répété constamment le même à travers les générations, hors de son propre milieu. Le fait était bon à recueillir. Le Nonius de l'époque actuelle est un grand et fort carrossier aux petites allures, aux mouvements hauts et courts, aux actions accentuées mais mesurées.

On dit que sa femelle produit très-bien et donne meilleur, à la fois plus brillant et plus vite, lorsqu'on la croise avec le pur sang ou avec le demi-sang. Je n'ai pas de peine à le croire. En l'alliant ainsi, on obtient ce que nous obtenons nous-mêmes en Normandie. On fait donc sur une toute petite échelle en Hongrie ce que nous faisons en grand chez nous, au pays normand.

Enfin, il y avait encore là un fils de jument autrichienne dont je n'ai pas su la provenance au juste et d'un étalon du Norfolk, importé en Autriche. Celui-ci avait une plus grande valeur, beaucoup de symétrie, de belles proportions, une riche musculature, des articulations solides, de bonnes actions. C'est encore une imitation de ce que nous voyons en Normandie, où les étalons du Norfolk font généralement merveille.

Telle a été la petite exposition chevaline de l'Autriche.

— C'est à l'une des exhibitions partielles de Billancourt que la Prusse a fait figurer sa race de chevaux noirs du haras royal de Trakehnen. Cette dernière y a été représentée par cinq étalons et une jument, inscrits sous le nom de M. F. Werner, de Muhlack (Prusse orientale). Les commencements de cette race remontent à la fondation même du haras, en 1740. Elle est de sang arabe, cela va de soi, sans avoir aucune prétention à la pureté de l'origine. D'autres éléments ont concouru à son édification, mais son principal facteur est venu de l'Orient. Née du croisement, elle a été menée persévéramment et systématiquement dans la même voie, puis épurée avec un soin égal et soumise à une sélection assez sévère qui a répudié tout autre manteau que celui dont elle porte le nom. Elle est noire zain ou sans la moindre tache, et tire de ce simple fait, si insignifiant qu'il soit au fond, un très-réel avantage. L'habit ne fait pas le moine, mais le pare. La robe du cheval de Trakehnen a été le grand succès, chez nous, des produits exposés par M. Werner. C'est que la nuance en est d'une vivacité, d'un brillant plein

d'éclat et vraiment beau. D'ailleurs la peau est fine, le poil court et lustré ; les formes sont élégantes, la physionomie est avenante. Les chevaux de Trakehnen ont une haute distinction, de la noblesse, beaucoup de sang, toutes les apparences de l'énergie. Malgré cela, leur conformation ne m'agrée pas. Je vois des corps longs et plats, des membres hauts et grêles : bêtes enlevées et manquant de substance, ne sont jamais de longue durée. Celles-ci sont aussi vieilles par la forme que par l'origine. Or, le cheval de nos besoins ne saurait plus sortir d'un vieux moule. Ceux-là seulement qui ont connu les races d'une autre époque savent à quel point elles seraient attardées aujourd'hui et insuffisantes.

Il a été de mode autrefois de regretter en termes fort amers les races antérieures; la vérité a fini par triompher de l'illusion. La plainte a justement cessé; nul ne voudrait en ce moment voir renaître des modèles qui ne satisferaient plus personne.

Quoi qu'il en soit, placés en face des exigences actuelles, les chevaux noirs de Trakehnen ne représentent plus que des chevaux arriérés, que des serviteurs amoindris ou impuissants. On les a admirés, ils n'ont point fait envie. Cependant, ils ont été de la part du jury l'objet d'une distinction spéciale sur la signification de laquelle il ne faut pas se méprendre. Le prix d'ensemble donné à cette petite exhibition a récompensé le fait des soins attentifs accordés à la conservation de la race, au maintien de sa parfaite homogénéité ; il n'a point été individuellement attaché à des animaux dont la structure ne répond en rien à l'idée qu'on peut se faire d'un cheval solide au travail et dur à la fatigue.

C'est le mode de reproduction par sélection qui a eu, ici, les honneurs de la victoire ; mais que ses plus chauds partisans demeurent vrais et non excessifs dans l'interprétation du succès. La sélection a pu faire la race de Trakehnen ce qu'elle est — uniforme et conforme ; elle a été impuissante à la rendre forte, ample, résistante, race de labeur. Elle confirme cette proposition, qui n'avait aucun besoin d'être confirmée : les semblables produisent les semblables ; elle ne dit pas que de reproducteurs grêles, hauts et plats, poussent des rejetons bâtis en force, corpulents et puissants.

Il est bon que, de temps à autre, les faits viennent rappeler à la vérité utile et pratique les hommes à système, dont la plume fait toujours tant et tant de bruit pour piètre besogne. Remercions la Prusse orientale de nous avoir fourni si bonne occasion d'affirmer une fois de plus le rôle précis de la sélection dans l'œuvre intelligente et rationnelle de la production des animaux domestiques,

— C'étaient encore des chevaux d'Orient européennisés qui composaient le petit lot de cinq têtes envoyé par la Bavière rhénane, à Billancourt, sous cette qualification : Arabes de Deux-Ponts. Il y avait là trois jeunes étalons de trois ans et demi et deux juments de quatre ans et demi. A la fin du dernier siècle, le duché de Deux-Ponts a été le berceau d'une famille chevaline anglo-arabe, spécialement créée par un duc Christian pour les exigences d'une équitation large, et entre autres, pour les besoins de la chasse à courre sous un poids lourd. La France la lui avait empruntée et en avait entretenu, pendant une trentaine d'années, un démembrement précieux au haras de Rozières, en Lorraine. C'est par elle qu'ont commencé la destruction de nos jumenteries d'État et les regrets qu'a fait naître, dans nos contrées hippiques, le tarissement des sources vives de l'amélioration en notre pays. J'étais heureux de revoir, après un laps de temps aussi long, quelques spécimens de cette vieille famille, dont le nom et les mérites ne sont point encore effacés de la mémoire des anciens hippologues et des vieux sportsmen. Grande a été ma déception. Le cheval s'en est allé, la chèvre est venue. Cette triste métamorphose a été l'œuvre de l'emploi exclusif de l'étalon oriental.

Le croisement continu par le sang arabe a remplacé l'union systématisée ou alternée du sang anglais et du sang arabe. L'expérience n'a pas été heureuse, mais concluante. Une fois de plus a été constatée l'insuffisance du cheval d'Orient dans la plupart des régions de l'Europe.

Pour juger ces animaux, j'ai pris en considération leur âge ; mais quoi qu'il advienne à présent, ils ne seront jamais que des chevaux incomplets et de petits serviteurs. On les a comparés, assimilés à nos chevaux des Landes. C'est assurément un mince honneur et une médiocre flatterie sous le rapport de l'application au service à l'époque actuelle. Si énergique qu'on rêve et que soit en réalité le cheval landais, il ne constitue pas le moteur par excellence au temps où nous sommes.

§ 6.

La population chevaline de la France a eu trois grandes occasions de se produire à l'examen attentif et à la curiosité des visiteurs de l'Exposition universelle. A l'heure où j'écris ceci, il lui en reste une encore qui s'ouvrira à Billancourt, dans la seconde quinzaine de septembre, pour l'espèce asine et nos races mulassières.

Ces concours partiels se sont spécialisés sous les trois chefs suivants : 1° les chevaux de service français; 2° les races chevalines de luxe; 3° les races chevalines de trait. Le premier est dû à l'initiative de la *Société hippique française*, institution qui est à sa troisième année d'existence; elle a tenu ce concours à l'esplanade des Invalides, où elle a donné l'exemple d'une installation confortable, mais coûteuse. Les deux autres ont été organisés à Billancourt. Quelques mots seulement sur chacune de ces exhibitions.

Dans un pays tel que le nôtre, ouvert sur la plus grande partie de ses frontières, il m'a toujours semblé que la production du cheval avait pour mission de viser à la satisfaction de tous les besoins. Cette opinion n'est pas fort en crédit pour le moment auprès de certains économistes. Ceux-ci disent et soutiennent que si nos éleveurs de chevaux ne sont aptes à produire que le cheval de trait le plus commun et le plus laid, il faut les laisser à leur goût et à leur aptitude naturelle, sans gêner en rien ni leur pratique ni leur vocation.

C'est à merveille pour cette sorte, qui pousse presque toute seule, sans efforts, sans soins, sans savoir, et comme un produit spontané des lieux où elle réussit le mieux. Il n'en est plus ainsi du cheval léger des contrées plus méridionales, ni des races intermédiaires, qui appartiennent par droit de nature, pour ainsi parler, à des régions favorables, pour lesquelles elles sont ou peuvent être une source de richesse, en même temps que leur condition prospère est un gage de force, est la sauvegarde de l'honneur et de l'indépendance du pays. Au point de vue national, en effet, en notre situation géographique, tâchons de ne plus l'oublier, le cheval est tout d'abord une arme de guerre. Le fait nous était assez brutalement remis en la mémoire au moment même où s'élevait cette installation provisoire de l'esplanade des Invalides, à l'intention du deuxième concours de la Société hippique française; il disait bien haut aussi, à la première menace d'une guerre fort inattendue, que, loin d'avoir été utiles au développement de notre industrie chevaline, les idées et les pratiques de la soi-disant émancipation de cette industrie avaient été fatales, et laissaient notre cavalerie à pied ; il révélait enfin cette circonstance très-significative, à savoir : les nations qui pouvaient nous rendre le service de nous vendre cuir et poils, à beaux deniers comptants, les 20,000 chevaux que nous voulions acheter d'un seul coup, ne sont pas celles qui sont privées de haras d'État, mais au contraire celles à qui l'action gouvernementale remonte à une époque plus éloignée et s'est le plus

activement exercée. Donnons au moins à ce fait sa véritable portée, celle d'une leçon à méditer sérieusement.

Dans l'œuvre qu'elle a déjà ébauchée et qu'elle pourra mener à bonne fin, la Société hippique française a pris à tâche de rapprocher le producteur du consommateur, trop isolés et trop ignorants l'un de l'autre, trop étrangers l'un à l'autre jusqu'ici en notre pays, trop peu soucieux tous deux des intérêts du voisin : celui-ci trop exclusivement occupé de ses propres besoins, celui-là ne s'adressant qu'à l'étranger pour la satisfaction des siens, situation mauvaise pour tous deux, cercle vicieux duquel ni l'un ni l'autre ne tentaient de sortir, à leur détriment réciproque.

Cet état de choses, également préjudiciable aux divers intérêts engagés dans la question, la Société hippique française s'essaye à le faire cesser. Pour cela, elle s'adresse à la fois au producteur et au consommateur : à l'un, pour lui faire connaître les besoins variés de l'autre; au second, pour lui montrer que, dès à présent, s'il le veut bien, il peut trouver auprès du premier la satisfaction de ses désirs. C'est dans ces vues qu'a été rédigé son programme. Que le producteur en retienne donc la classification et les termes avec lesquels il doit se familiariser plus que par le passé :

1re *classe*. — Chevaux de grands coupés, berlines, calèches d'attelage et à la Daumont; taille, 1m,65 et au-dessus.

2e *classe*. — Chevaux de petits coupés, landaus, phaétons, cabriolets; taille, 1m,57 à 1m,64.

3e *classe*. — Chevaux de victorias, américaines, tilburys, voitures de parc; taille, 1m,49 à 1m,56.

4e *classe*. — Chevaux de poste, attelés par paire ; taille, 1m,49 et au-dessous.

5e *classe*. — Chevaux de selle ; taille, 1m,49 à 1m,57.

6e *classe*. — Poneys ; taille inférieure à 1m,49.

Cette classification est complétée par les limites d'âge et par les épreuves imposées aux concurrents. Ne sont admis au concours que des animaux de quatre ans au moins et de six ans au plus ; ne peuvent remporter des prix que ceux dont l'éducation professionnelle est le plus près de la perfection.

Amener l'élevage français, trop longtemps réfractaire par suite de l'abandon du marchand et du consommateur, à produire sur le marché national des chevaux de service tout prêts, aptes et capables, facilement appréciables à l'essai; forcer le consommateur à reconnaître que le cheval français, professionnellement instruit ou élevé, vaut autant et mieux, bien souvent, que ceux auxquels dans le passé il a accordé une préférence peu justifiée, toutes ses faveurs, d'immenses encouragements au préjudice de la fortune ou de la force de la France ; créer enfin au marchand un intérêt à rechercher les produits de l'industrie indigène et à les faire valoir suivant leur propre mérite sans les dénationaliser, en leur laissant au contraire le cachet de leur provenance : tel est le but que se propose de poursuivre et d'atteindre la Société. Formons des vœux pour qu'elle y ait un plein succès.

En face d'une pareille tâche bénévolement entreprise, au début de l'œuvre surtout, on serait mal venu sans doute, et plus mal avisé encore, à se montrer plus sévère et plus exigeant que de raison. Tout n'est pas parfait ici, l'organisation n'est pas entière; donnons à tous le temps d'arriver au résultat cherché. Pour moi, j'ai confiance, et de toutes mes forces j'écarterai le découragement qui pourrait naître d'une critique prématurée.

Aussi bien faut-il parler à présent des chevaux qui ont peuplé les écuries du

concours, auquel ont pris une part proportionnelle très-satisfaisante, éleveurs, marchands et grands propriétaires.

Si, en venant là, j'avais dû me trouver en face d'animaux destinés à la reproduction, j'aurais très-certainement apporté de grandes dispositions à une sévérité nécessaire. Ce n'est pas là, en effet, que l'indulgence est bonne et vaut quelque chose.

Autres sont le reproducteur et le produit. Il ne faut pas les regarder l'un et l'autre avec les mêmes yeux, ou du moins il ne faut pas les juger tous deux au même point de vue. Or, il ne s'agit pour le moment que de chevaux de service. Laissons aux difficiles, à ceux qui rêvent exclusivement de perfection, la tâche par trop aisée de dénigrer en particulier celui-ci, celui-là et cet autre, de parler dédaigneusement de tout et du reste; mais disons très-nettement ceci, par exemple : ce n'est pas faire preuve de connaissances solides que d'énumérer une à une les imperfections de détail d'une structure de cheval pour arrêter là sa critique, puis passer outre pour recommencer et traiter de même tout le rang du premier au dernier. Autrement se révèle le vrai connaisseur : au fort il oppose le faible; à chacun il fait sa part, et consciencieusement loue ou préconise lorsque la somme de bien l'emporte, lorsque le bon se montre en suffisance relativement à la destination de l'animal.

Le grand art de ceux qui ont à se servir du cheval, à appliquer utilement ses forces d'une façon définie, est de le choisir pour l'emploi auquel il est le plus propre, de ne le pas mettre à côté de la place qui lui convient ou des fonctions auxquelles il est apte et le mieux approprié. A ce point de vue, tous ont leur utilité pratique, et tout cheval devient bon; à ce point de vue, la perfection relative, sinon absolue, est moins rare, est beaucoup plus commune qu'on ne le suppose généralement. En dehors de cette donnée, au contraire, la perfection est réellement introuvable.

Ma conclusion est celle-ci : ne nous montrons pas plus que de raison exigeants envers le cheval de service quant à ces formes ou à ces beautés de convention qui courent les rues sans l'esprit juste de la chose, et insistons, pour la retenir, sur cette vérité fondamentale : ce qui constitue le cheval bon ou bien doué, dans la véritable acception du mot, après le choix approprié à son état, c'est la façon de le traiter, de le nourrir, de le gouverner. En ces conditions, l'expérience autorise à le dire, le mauvais cheval est aussi rare qu'il est commun dans les conditions opposées.

Me plaçant donc à ce point de vue, qui est certainement l'objectif de la Société hippique française, pour juger en son ensemble cette exposition de chevaux de service, je déclare qu'une pareille réunion (400 têtes environ) aurait composé en tout pays, si riche qu'on se plaise à le supposer, une magnifique écurie de vente. Elle formait un choix heureux de chevaux plus ou moins complets et de divers acabits, spécialisés par leurs aptitudes, confirmés dans ces dernières par un dressage intelligent, appelant des emplois différents, et susceptibles de remplir en bonnes mains une carrière très-satisfaisante.

Ce côté a échappé à la plupart des signataires des comptes rendus de cette première exposition des chevaux français. On les voit cherchant une perfection idéale, irréalisable; je lui substitue un fait tangible, l'utilité pratique. Or, je viens de dire comment, en la cherchant bien, on ne poursuivra pas une chimère, comment, en la voulant bien, on peut l'atteindre à miracle.

Cela étant, j'ajoute que la réunion était bonne et réussie; elle a montré des spécimens presque toujours suffisants, parfois même très-brillants des diverses sortes ou classes de chevaux légers et moyens qui se partagent l'élevage en France. Nul autre que moi ne l'a dit d'une façon aussi nette, mais je le main-

tiens en faisant cette dernière remarque, à savoir : on s'est déshabitué en notre pays du modèle du cheval indigène; par contre, l'œil s'est accoutumé à la conformation des produits étrangers. L'usage renversera facilement ce fait du jour où le dressage et une préparation judicieuse à la vente approprieront mieux le cheval français à sa destination. L'incurie, l'inculture lui ont beaucoup nui dans l'estime du consommateur. Dès qu'on le présentera à ce dernier, peigné, brossé, lavé, endimanché, il sera mieux vu et plus apprécié. Or, ce jour là est venu. La consommation revient intelligemment aux produits de l'industrie nationale. Ce fait est gros d'avenir, car ses promesses sont à échéances rapprochées.

Le cheval anglo-normand et son proche parent, l'anglo-vendéen ou poitevin (planche XXXIV), ont tenu la première place, ont très-honorablement porté le nom de leur berceau. Il faut dire à ceux qui les produisent par quel côté leurs beaux élèves laissent encore à désirer : ils ont de la distinction en suffisance; sous ce rapport il ne faudrait pas demander plus au cheval de pur sang qui a été l'améliorateur de la souche maternelle, sous peine d'arriver infailliblement à trop de légèreté d'une part, à trop d'impressionnabilité d'autre part, deux graves inconvénients en l'espèce; mais ils pèchent encore, c'est là leur plus grande imperfection, par une pauvreté relative des muscles du dos, des reins et de la croupe. Ces régions ne sont ni assez larges ni assez musculeuses. Il est dans leurs attributions de soutenir énergiquement tout l'édifice dont elles sont comme la clé de voûte; elles doivent venir en aide à ses colonnes de soutien, aux membres dont la résistance est nécessairement en raison directe de la puissance ou de la faiblesse des parties supérieures de l'ensemble de la machine. Tous les chevaux à moyens, tous ceux que l'on cite, après constatation indiscutable, pour leurs qualités sérieusement éprouvées sont larges du dessus et fortement musclés. Chez les animaux ainsi faits, le travail est facile. Or, la possibilité d'un travail soutenu et de services durables, c'est là précisément qu'est le résultat cherché. Les chevaux les plus pauvres dans les régions supérieures sont très-promptement usés dans le dessous, à moins de ménagements excessifs que ne comporte pas une bonne conformation. Ils nécessitent tant de précautions au dressage, que le dresseur s'arrête, par force, en deçà du travail utile, afin de prévenir jusqu'à l'apparence d'une fatigue prématurée, et qu'alors les articulations des rayons inférieurs des membres ne s'accusent point assez et ne se consolident point dans leurs attaches; si elles paraissent neuves, elles ne donnent pas l'idée de la solidité, de la résistance. Il n'y a pas à s'y tromper. L'homme de cheval distingue aisément l'animal qui a travaillé, et qui, par cela même, est en puissance de travail, de celui qui n'a rien fait encore et dont on voudrait néanmoins pouvoir mesurer le degré de résistance ou la durée probable. A l'examen des genoux et des boulets, le connaisseur voit bien où en est, à ce point, l'animal qu'on lui présente, s'il est bâti de façon à supporter la fatigue ou simplement les obligations de son « état. »

Bien qu'il soit venu au concours général de Paris un certain nombre de chevaux du Midi (près de 80 têtes), il est aisé de se convaincre que là n'est pas le centre le plus favorable à l'exhibition de cette catégorie de serviteurs. Ils ont d'abord d'énormes distances à franchir, ce qui les éprouve plus ou moins et nuit beaucoup « à leur montre; » puis il faut être très-connaisseur pour bien juger le cheval du Midi, lorsqu'à l'habitude on ne voit que des chevaux du Nord.

Je ne repousse pas les produits méridionaux du concours général de Paris, où la consommation en appelle toujours un bon nombre; mais ils ne seront jamais ni plus brillants, ni mieux encouragés, ni plus sainement appréciés que sur les points où on les connaît le mieux, que dans le milieu qui leur est propre. La production chevaline de cette partie du pays a ses destinations spéciales et son

utilité à part; elle n'est pas ce qu'elle devrait être; son niveau a notoirement baissé depuis quinze ans. C'est un affaiblissement regrettable. Il y a nécessité de porter par là une attention et des forces plus judicieusement, plus patriotiquement mesurées. En l'abandonnant à elle-même, en cessant de mettre à sa portée des éléments d'entretien et d'amélioration nécessaires, on a porté un réel préjudice à la richesse des particuliers et à la fortune du pays. C'est mal servir les intérêts de l'industrie chevaline de la France que de la supprimer virtuellement sur la moitié de son territoire.

Il faut espérer que cette proposition ne sera pas la seule mise en évidence par les expositions annuelles de la Société hippique française. Toutes les questions de production aboutissant au produit peuvent tout aussi bien, par la relation naturelle et réciproque de la cause aux effets et de l'effet aux causes, remonter du produit à la production. Par cette voie seulement peut devenir pratique la science de la production du cheval dans une contrée où la science a la prétention étrange de se tenir en dehors de toutes les constatations des faits les mieux observés et les plus constants.

Les chevaux landais occupent une place à part sur l'échelle hippique de la France. Il y en avait de fort jolis au concours. Notre planche XXXIII en montre une paire attelés au panier, genre de voiture fort à la mode dans un certain monde.

C'est dans la seconde quinzaine de juillet que nous retrouvons, à Billancourt, les races chevalines. Le concours était international. Il avait fait venir de Prusse et de Bavière des races que j'ai appréciées un peu plus haut. De celles qui ont eu, là, quelques représentants, il ne me reste vraiment plus à parler que de celle qui constitue, chez nous, la famille anglo-normande de demi-sang.

Au préalable pourtant, une petite explication devient nécessaire. Ce qu'il y avait à voir dans cette exposition partielle de Billancourt, aux termes mêmes de son programme, c'était la question de race intéressant toutes les variétés qu'emploie le luxe, c'est-à-dire les spécialités les plus marquantes de l'espèce, à commencer, bien entendu, par le cheval de pur sang.

Il n'en était plus ici comme au mois de mai à l'esplanade des Invalides. Il ne s'agissait plus du résultat, du produit, mais des producteurs, des types, des chefs de race.

C'est donc la race qu'il me faudrait étudier à cette place dans les spécimens envoyés pour la représenter.... Malheureusement, la tâche se trouve singulièrement écourtée par un fait d'abstention extrêmement regrettable, car à aucune époque, peut-être, l'étude n'eût été plus facile, et plus nécessaire, sinon plus profitable. L'occasion était bonne, on ne s'y est point arrêté.

C'est le cheval de pur sang anglais qu'il eût été particulièrement désirable de voir, là, en nombre considérable. Ce type supérieur et naguère encore si précieux, à raison de son développement plus en rapport que le développement du cheval oriental avec les exigences actuelles des services imposés aux chevaux de luxe, ne remplit pas d'une manière satisfaisante la haute mission qui lui est dévolue, et il devient urgent d'ouvrir une sérieuse enquête sur sa situation, sur l'état physiologique de sa race, non pour révéler des faits inattendus, car il ne nous reste plus rien à apprendre, mais pour que ces faits puissent être mis largement en lumière et constatés une fois pour toutes par ceux-là même qui se refusent à les voir et les nient. Le cheval anglais de nos jours n'est plus cette race par excellence qu'on avait pu qualifier de race universelle, et cependant elle reste seule chargée du rôle de donner à une consommation toujours grandissante la satisfaction qu'elle est en droit d'en attendre, lorsqu'elle est si bien disposée à libéralement payer. Un système de courses admirablement organisé pour le jeu,

mais ruineux pour le cheval qui en est l'instrument exclusif, a fait un cheval de vitesse sous lequel on ne retrouve plus ni l'athlète puissant, ni le reproducteur d'élite.

Telle est la vérité qu'il s'agit de faire entrer par le gros bout dans tous les esprits, afin qu'une réaction s'opérant, on avise aux moyens de sauver de la ruine absolue une race qu'il faudrait créer si elle n'existait pas, et qu'il est temps de reconstituer si l'on ne veut pas la voir succomber entièrement. Or, ceci, qu'on y songe bien, ceci n'est pas l'affaire d'un jour, mais l'œuvre très-malaisée d'un siècle d'efforts, de sacrifices et de persévérance.

Le cheval de pur sang écarté, nous n'avions plus à chercher, comme intéressant spécialement la France, que deux types secondaires, ceux dont on peut tirer avantage pour la production améliorée des deux grandes divisions chevalines du pays : les variétés légères propres au Midi et aux contrées montagneuses du Centre, les variétés plus corpulentes ou carrossières des régions septentrionales.

Dans le passé on puisait à deux sources pour fournir au cheval léger les éléments de sa bonne reproduction. Le haras de Pompadour formait le type supérieur sous l'appellation de famille anglo-arabe pure, et, sous ses auspices, sous son influence active, l'industrie privée faisait naître et élevait avec un réel succès un type secondaire dont la plus haute expression était dans la plaine de Tarbes, mais dont les représentants commençaient à se répandre. Ceux-ci étaient des anglo-arabes non tracés ou de demi-sang. Un acte de vandalisme a supprimé le haras de Pompadour en 1852. Cette mesure avait pour objet d'enlever toute concurrence aux éleveurs de chevaux de course. Elle a porté juste. En tarissant dans sa source la production de la famille anglo-arabe pure, on a porté le coup suprême à la production du cheval léger en France. Les expositions de la Société hippique française et le concours de Billancourt ont mis à nu la pauvreté actuelle de l'élevage de cette sorte. Il n'y a plus rien, rien ; la ruine est consommée : quinze années ont suffi à cette œuvre de destruction absolue. Le plus grand mal en tout cela, c'est que ses auteurs passent à côté sans la voir, sans la regretter, sans soupçonner même qu'il y ait lieu à réparation. C'est chose grave pourtant, au double point de vue de la richesse publique et de la défense nationale, que d'avoir supprimé l'industrie chevaline sur la moitié du territoire d'un pays tel que le nôtre.......

J'arrive enfin au dernier terme du concours, à la classe d'animaux qui en a été, par comparaison bien plus que d'une manière absolue, le côté sérieux et solide, je veux parler du demi-sang anglo-normand, création de l'ancienne administration des haras, léguée par elle à des successeurs qui auraient bien voulu pouvoir la traiter comme l'a été par eux la famille anglo-arabe. La chose était plus malaisée ; le demi-sang anglo-normand a résisté, en tant que produit, mais il a été atteint dans sa race en ce sens qu'on n'a pas poussé à le confirmer, qu'on n'a rien tenté pour lui conserver ses mères, les mieux nées, et qu'au lieu de le maintenir dans les limites fécondes d'une sélection rigide, on l'a laissé aller de ci, de là, au hasard d'une pratique au jour le jour, plus soigneuse de ses intérêts immédiats que soucieuse d'une fondation durable. Il en résulte que le cheval de demi-sang, qu'on a appris à bien faire et à élever convenablement est resté supérieur, chez nous, quant au modèle, à tous ceux qui sont produits ailleurs, mais que, si l'on n'y porte pas dès à présent une attention éclairée et suivie, il cessera avant peu d'être un type secondaire de reproduction. C'est la visée des fabricants du cheval de courses, ce n'est pas l'intérêt de la France.

Étudions donc de plus près le cheval anglo-normand considéré comme élément de bonne reproduction nécessaire à tous les points du territoire où la po-

pulation chevaline revêt les formes du cheval moyen et contracte les aptitudes du cheval d'attelage le plus usuel.

Et d'abord un mot sur la qualification qu'on lui donne de cheval, ou mieux de famille de demi-sang.

Dans la langue de l'hippologue amateur, le demi-sang résulte de l'alliance de l'étalon de pur sang et d'une poulinière quelconque, non tracée, ou du mariage d'un étalon quelconque, non inscrit au nobiliaire de l'espèce, et d'une jument tracée ou de pur sang, c'est tout un. L'appellation de demi-sang s'applique donc indistinctement et un peu confusément aux produits du croisement, à tous ses degrés, d'un reproducteur de sang et d'un autre quelconque. Simple affaire de convention, ceci ne présente guère d'inconvénient lorsqu'il s'agit de chevaux de service. Il n'en est plus de même quand on parle de reproducteurs, d'animaux destinés à transmettre à une future destination les qualités, la forme, les aptitudes qui les ont fait choisir pour la propagation, en vue d'une bonne production. Sous ce dernier rapport, en effet, grande est la différence entre l'animal de première génération, par exemple, et celui qui est sorti d'un métissage déjà ancien, de père et mère non tracés, mais dès longtemps imprégnés de sang.

L'un n'est encore qu'un point de départ, un individu sans antécédents, sans passé plutôt, c'est-à-dire sans racine, sans pouvoir héréditaire stable on fondé; l'autre, au contraire, s'appartient déjà, il est en possession de lui-même, il est cohérent; c'est une puissance, une valeur dont on peut, dans une certaine mesure, apprécier le titre, une autorité puisant sa force parmi ses ascendants et s'affirmant par droit héréditaire. Celui-ci a des ancêtres, celui-là n'a pas d'aïeux. L'un est le commencement, l'autre est le point cherché, le but ou la fin.

Dans ses commencements, le métis anglo-normand n'était qu'un produit de mince valeur, employé, faute d'autres, à la reproduction et produisant vaille que vaille. En vieillissant par la famille invariablement menée dans la même voie, il comptait déjà nombre de générations en 1852, allait se fortifiant d'année en année dans sa force mieux assurée, dans ses qualités plus hautes, dans ses facultés héréditaires plus accusées et plus constantes; il marchait rapidement vers la fixité qui fait la race en confirmant le résultat cherché. Les grandes difficultés avaient été franchies, il n'y avait plus en réalité qu'à poursuivre avec un peu de persévérance la route péniblement ouverte et déblayée, pour atteindre le but désormais rapproché.

Il y a quinze ans que les choses en étaient là; voyons où elles en sont aujourd'hui : à s'en tenir aux cinquante ou soixante sujets que représentaient la famille à Billancourt, la recherche que je me propose ne serait certainement pas complète, mais elle m'a été facilitée. cette année, même par le concours régional, tenu à Caen au mois de juin, et par l'exhibition des chevaux de service, provoquée quelques jours auparavant à Paris, par la Société hippique française. Ces trois réunions ont permis une étude approfondie de la situation actuelle de la famille comparée à sa situation antérieure.

Au physique, dans ses apparences, la famille se montre généralement bien. Dans les groupes mis sous les yeux du visiteur, celui-ci constate avec satisfaction qu'entre ces produits divers la ressemblance est venue, l'uniformité s'est faite. Ce résultat est considérable : cependant, si j'en recherche les causes, e les vois à un égal degré dans la conformation structurale de la famille, dans les caractères extérieurs qui la distinguent, et dans la forme imposée à l'individu par la main de l'éducateur, ce dernier donnant la condition physiologique, un cachet particulier, la docilité, cette bonne apparence qui ajoute même à la perfection en la rehaussant par l'élégance, en donnant ce je ne sais

quoi qui attire, arrête, plaît et séduit assez pour disposer les plus difficiles à l'indulgence, voire à l'admiration.

Sous ce rapport, il y a toute justice à le dire, le progrès est des plus accentués, mais il y a lieu de compter avec lui ou mieux d'en faire la part, sous peine d'erreur. Tel cheval, en effet, qui autrefois eut paru commun, loin de sang, par l'inculture où il était laissé à son immense préjudice, se montre aujourd'hui, grâce à une éducation intelligemment donnée, parfois même déjà un peu raffinée, un animal de haut bord, une individualité hors ligne... Ne nous laissons pas prendre aux apparences, et demandons-nous si, en dehors des progrès accomplis par l'éducateur, la famille anglo-normande a gagné depuis quinze ans, si elle s'est fortifiée, accrue; si la race a été confirmée? Eh bien! tous les faits disent très-nettement : non; très-nettement ils disent que le but, que le terme du métissage entrepris n'a pas été rapproché.

En effet, les vieilles souches, les racines les plus profondes de la race ont, en très-grande partie, disparu avec les vieux éleveurs. Elles étaient dans l'Orne qui les conservait précieusement autrefois de mères en filles. Celles-là seulement restaient attachées à l'œuvre qui avaient été distinguées en maints concours par des jurys composés de connaisseurs émérites, à qui leur filiation reculée était familière. Aujourd'hui, la vente renouvelle incessamment les couches de la population devenue plus flottante que stable, condition avantageuse peut-être au point de vue commercial, mais essentiellement mauvaise sous le rapport de l'ancienneté ou de la race. Aujourd'hui on connaît encore, pour les meilleurs, le grand-père et la grand'mère, mais il est certain qu'avant peu on ne remontera pas au delà des auteurs immédiats. C'est bien à cela qu'ont visé les partisans exclusifs du pur sang, c'est-à-dire ceux qui s'occupent de ce dernier comme instrument de jeu seulement, mais ce résultat, s'il était réellement acquis et généralisé, porterait un coup funeste à la bonne production des races moyennes, car celles-ci ne sortent pas hautes en valeur directement du pur sang; elles sont filles, je ne saurais trop le dire, du demi-sang. Or, pour que celui-ci fasse ou donne bon, il faut nécessairement qu'il soit bien fondé et que lui-même ait les qualités supérieures du père, du chef de lignée. C'est là, ne l'oublions pas, l'utilité spéciale du type secondaire, intentionnellement formé par l'ancienne administration des haras en Normandie, terre de promission, où, mieux que partout ailleurs, vient cette sorte de produits; où, plus qu'ailleurs, elle trouve les éléments les plus favorables à sa complète édification, à son maintien, à sa prospérité; où, plus qu'ailleurs enfin, l'expérience a montré comment elle pouvait être formée, à quel point devait être mené, à quel degré devait être arrêté le métissage qui la donne et la dote à la satisfaction de tous. C'est là que la pratique éclairée a pu formuler sciemment les propositions que voici : 1° une famille de chevaux, non tracée ou de demi-sang, ne doit pas s'avancer trop vers le pur sang; 2° l'intérêt bien compris de l'éleveur l'oblige à doser utilement, c'est-à-dire dans une mesure déterminée par la pratique, la proportion de pur sang la plus favorable aux aptitudes bien définies du cheval intermédiaire ou demi-sang; 3° la production directe par le pur sang, tel que le font les courses actuelles, n'est pas celle qui donne le plus de profit à l'éleveur; 4° l'étalon et la jument de demi-sang, bien choisis de métissages déjà anciens, font souche, se répètent avec certitude et, conséquemment, donnent des produits pleins de valeur.

L'espace me manquerait pour développer et appuyer ces propositions, mais on peut les tenir pour vraies et incontestables : c'est l'expérience qui les a édictées.

On n'obtient donc le bon cheval de demi-sang ni en abusant du pur sang,

ainsi que le conseille malencontreusement une fausse doctrine, ni en employant à le produire des reproducteurs non tracés, mal doués, non confirmés. La famille anglo-normande, parachevée, avait pour raison d'être la nécessité de procurer, — tout fait et complétement réussi, l'élément direct, très-précieux et très-appréciable, de la production des races moyennes en France. Jusque-là cette production est par trop incertaine, par trop vouée aux tâtonnements, à la variabilité, aux mécomptes. C'était donc par l'ancienneté du métissage chez le type secondaire, se confirmant davantage dans ses résultats par les générations successives et une sélection sévère, qu'il fallait s'acheminer sans dévier vers le but proposé, vers l'achèvement de l'œuvre, fort avancée en 1852, je le répète, et stationnaire, — attardée, interrompue ou même oubliée depuis lors. L'état actuel de la famille anglo-normande, trop secondaire de reproduction et d'amélioration, laisse donc beaucoup à désirer, et me suggère de rappeler, en terminant, ces vérités bonnes à dire et bonnes à retenir.

L'étalon de demi-sang, trop léger ou incomplet, doit être exclu de la sorte; car, insuffisants et difficiles à placer après un élevage dispendieux, ses produits ne donnent satisfaction ni à l'éducateur, ni au consommateur.

— Le cheval de demi-sang, né directement du pur sang et d'une poulinière, *no blood*, comme disent les Anglais (pas de sang), est un métis sans valeur pour la reproduction, en dehors de l'œuvre de métisation qui commence ; ce n'est point un améliorateur. Les hommes les plus habiles de Normandie le savent bien. Ils sont depuis longtemps édifiés à cet égard. Ils ont même trouvé une expression très-énergique, imprimée par eux comme un stigmate au front de ces « bestiaux. » « C'est de la basse viande, » disent-ils, et ils ont raison. Ceux-ci, par exemple, seraient parfois disposés à se rapprocher trop du pur sang. C'est un autre écueil contre lequel il faut se tenir soigneusement en garde. En hippologie, le mot demi-sang a une signification précise. Ne la détournons pas et rappelons l'axiome : *in medio virtus;* il a du bon et je le trouve fort applicable à la circonstance.

Les chevaux de trait ont eu par deux fois leur quinzaine à Billancourt, quinzaine de travail par association aux expériences des instruments de culture, et quinzaine de *far niente* pendant laquelle les reproducteurs du genre ont été plus directement en cause.

Lorsque j'établis ainsi les choses, je suis peut-être bien un peu plus d'accord avec ce qui aurait pu et dû être fait qu'avec ce qui s'est réellement passé ; mais la remarque est vraiment oiseuse en ce qui touche Billancourt où le bon sens et la raison n'ont pu avoir ni voix au chapitre, ni droit d'installation. Qu'importe cependant pour notre étude, puisque nous y introduisons l'ordre ou les distinctions logiques qui peuvent la simplifier ou la rendre plus facile.

Il n'eût pas été mal de soumettre les races de labeur pénible, de trait au pas, à des expériences comparatives de force et de durée, combinées avec la vitesse de l'allure et les exigences ordinaires d'alimentation. En s'attaquant à cet ordre de faits et d'idées, on se fût livré à une innovation d'autant plus intéressante, d'autant plus instructive, que le concours était international. Or, nous sommes imbus, en France, de cette opinion fausse que nos races de trait sont incomparables et d'une incontestable supériorité sur celles du monde entier.

L'occasion était bonne pour faire éclater la vérité vraie à tous les yeux; nul n'y a pensé, et ces nouvelles réunions se sont traînées dans la profonde ornière du passé, sans utilité comme sans succès : sans utilité, car elles ont laissé toutes choses en l'état, sans rien apprendre à personne; sans succès, car ces expositions n'ont attiré en nombre appréciable ni les exposants, ni les visiteurs.

Dans ce compte rendu, je crois devoir borner mes observations à trois points qui ont été mis en un relief tout spécial.

A l'occasion des services auxquels on applique le cheval, en dehors des travaux d'exploitation du sol, j'établissais plus haut qu'il n'y a, pour ainsi parler, de mauvais chevaux que ceux dont on détourne la valeur ou les aptitudes, que ceux dont on ne sait pas employer judicieusement les forces, que ceux qu'on utilise à contre-sens en exigeant d'eux une autre destination que celle qui est dans leur conformation ou dans leurs moyens. La remarque s'étend aux chevaux de trait qui ne font pas également bien toutes choses, à moins d'y avoir été menés professionnellement en quelque sorte, par un dressage nécessaire. Le fait a été fort remarqué en ces derniers temps, à un concours international de charrues, à Billancourt, où les instruments n'ont valu qu'en raison de l'habileté des attelages à les tirer. Il y a longtemps que cette vérité est vulgarisée en Angleterre. Elle a donné chez nous, cette année, une grande supériorité aux constructeurs d'instruments aratoires anglais sur nos constructeurs français. Les premiers avaient amené d'outre-Manche des attelages bien choisis, habitués à la manœuvre des engins du sol; les autres avaient pris les premiers venus et la malechance leur avait fait mettre la main sur des chevaux d'omnibus. Le résultat a été complétement significatif. Les Anglais ont triomphalement emporté les palmes du concours dont les Français ont été les vaincus. La leçon portera ses fruits. A ce compte la défaite équivaut souvent à la victoire. Nos vainqueurs ont droit à toute notre reconnaissance, lorsqu'en nous battant ils nous apprennent à faire aussi bien qu'eux et à les battre à leur tour. Ce qu'il importait de répéter ici, avec preuves à l'appui, c'est que, en dehors de sa structure et de son énergie, le cheval contracte par l'apprentissage et l'habitude des mêmes travaux, des aptitudes qui rehaussent singulièrement son utilité pratique, et que le meilleur entre tous, s'il n'est pas mis à sa place, devient inutile ou insuffisant, et ne constitue plus, à vrai dire, qu'une valeur détournée.

La question de race s'est reproduite à Billancourt, à l'occasion de l'un des concours dont je m'occupe en ce moment. Elle n'a pas été agitée par les organisateurs de ces réunions variées dont les vues n'ont porté ni si haut ni si juste, mais elle s'est posée d'elle-même devant le public, trop rare, hélas! des visiteurs et pour quelques zootechnistes qui ont là-dessus des idées injustifiables.

Qui dit race, dit type : le propre du type, sa caractéristique, c'est la faculté de se reproduire d'une manière constante. Sans tenir compte de la définition, il est admis, chez nous, que la race percheronne est pure et que, en dépit de ses imperfections, elle est tout simplement la première race du monde. Comme conséquence, on entend la faire servir à la reproduction améliorée de toutes les races de trait dont on en fait le type supérieur. La prétention est absurde au premier chef, car, depuis quarante ou cinquante ans, en effet, des milliers de tentatives ont expérimentalement démontré à tous les yeux qui ne se sont pas volontairement fermés à l'évidence que la race percheronne ne se maintient elle-même nulle part ailleurs qu'à son berceau, et qu'en aucun point quelconque elle n'a pu constituer rien de fixe ni de semblable à elle. Comment aurait-il pu en être autrement lorsqu'elle-même est d'existence peu ancienne, et lorsque sa forme a plusieurs fois changé depuis un demi-siècle sous l'influence de croisements très-nombreux et très-divers? Il faut que ses partisans irréfléchis en prennent leur parti et en fassent leur deuil. Non, la race percheronne n'est pas une race pure, un type, car aucune ne s'appartient moins et ne demeure moins fidèle à elle-même hors de son centre de production et d'élevage, et d'ailleurs, à raison même de la recherche dont elle est l'objet, à raison des aptitudes dont on voudrait la douer à un degré plus satisfaisant, il n'en est pas qui ait plus besoin

d'être remaniée et perfectionnée. Or, ceci ne sera pas une mince affaire. La sélection, quoi qu'on dise, n'y fera rien ; seul un mélange intelligent opérera la transformation désirable.

Bien des efforts se concentrent pour persuader aux producteurs du cheval percheron de s'en tenir à la sélection, de la préserver avec soin de tout contact étranger. Le producteur laisse dire et fait comme il peut. Il utilise, au hasard des circonstances, les étalons vaille que vaille de l'industrie, sans négliger toutefois, à l'occasion, « les percherons croisés, » quand la destinée lui en envoie. Le cas est plus fréquent qu'on ne le suppose, et voici que les animaux de cette classe, « les percherons croisés, » affrontent ostensiblement aujourd'hui, sous une dénomination naguère très-repoussée, les concours spéciaux à la race percheronne; ils les affrontent et y obtiennent des succès d'estime qui sont de bonnes promesses pour l'avenir.

Du reste, en étudiant ces derniers dans leurs produits comparés aux produits des étalons qualifiés de purs percherons, on découvre bientôt que « les percherons croisés, » à mérite égal de conformation, donnent également des serviteurs mieux doués, plus capables, plus recherchés par le consommateur et se vendant mieux.

Toutefois, au point de vue théorique, la question demeurant pendante, il en résulte nécessairement certaines hésitations pour la pratique. Toute incertitude sera levée le jour où, dans les concours, on ira droit au but, sans idée préconçue, sans parti pris. Que les concours divisent donc les concurrents en deux classes : celle des « percherons purs » et celle des « percherons issus d'un croisement; » qu'on recherche avec impartialité le fait des origines pour opérer soigneusement la distinction, et bientôt les praticiens de l'élevage sauront dire ce qu'il y a de réelle valeur dans cette appellation, plus imaginaire que fondée, de « pure race percheronne. »

Sous cette dispute de mots, un gros intérêt se trouve engagé. Il s'agit de mettre en lumière le meilleur mode de production des races chevalines de trait, lesquelles entrent pour une bonne part dans le chiffre de notre population chevaline, l'un des éléments de la force et de la richesse nationales.

Eug. Gayot.

VIII

ÉTUDE

SUR LES

GOUDRONS ET LEURS NOMBREUX DÉRIVÉS

EXPOSÉS EN 1867,

PAR M. **C. KNAB**, INGÉNIEUR CHIMISTE.

II

Dans le deuxième fascicule des *Études sur l'Exposition*, nous avons indiqué les nombreux et importants produits que l'industrie était parvenue à retirer des goudrons de gaz; nous donnons aujourd'hui les plans de quelques appareils employés pour cet usage, en priant le lecteur de se reporter au premier article.

La figure 1 représente un appareil ordinaire de distillation du goudron à une échelle de 1 p. 100.

AA est la chaudière cylindrique en fer qui sert à distiller le goudron.

F le foyer surmonté d'une voûte qui se continue tout le long du dessous de la chaudière en couvrant le carneau horizontal *CC*; de ce dernier, les produits de la combustion se rendent sur les parois de la chaudière et circulent tout autour dans le carneau I, avant de se rendre dans le canal commun J, puis dans la cheminée commune à tous les appareils.

D Trou d'homme qui sert à nettoyer de temps en temps la chaudière. *E* Tuyau et robinet, alimentant de goudron la chaudière. *R* Chapiteau coudé par lequel se dégagent les vapeurs, essences et huiles volatilisées. *SS'* Serpentine en fer pour la condensation des vapeurs. *T* Tuyau conique faisant communiquer le chapiteau avec le serpentin. *M* Tube recevant l'eau pour le refroidissement du serpentin, et l'introduisant tout au bas du réfrigérant. L'eau échauffée sort par un tube commun à tous les réfrigérants S', placé au contraire à la partie supérieure. *N* Trois tuyaux recevant au moyen d'entonnoirs les produits condensés dans le serpentin; chacun de ces tuyaux se rend dans un réservoir spécial; l'ouvrier peut donc fractionner les produits en les dirigeant successivement dans chacun de ces trois tubes collecteurs. (Voyez notre premier article, page 132 du 2e fascicule.)

H Tuyau et robinet en fonte, qui servent à soutirer le brai lorsque la distillation est achevée. *R* Réservoir couvert qui reçoit ce brai, et on le laisse refroidir quelques heures pour ensuite le faire écouler par le robinet *L*, soit dans de grandes fosses quand il s'agit de brai sec destiné aux agglomérés, soit dans de vieilles barriques en bois *O*, lorsqu'on produit du brai gras.)

Une petite échelle *P* en fer permet à l'ouvrier de monter de temps en temps sur la chaudière pour s'assurer de la température des vapeurs, au moyen du thermomètre X, plongeant dans le chapiteau; la tige du thermomètre passant par un bouchon troué fixé sur une petite tubulure.

La figure 2 (page 294) donne la coupe verticale d'un appareil destiné à la rectification des essences.

AA est la cucurbite dans laquelle on introduit les essences par l'orifice supérieur, en enlevant le chapiteau C. La chaudière est fermée par un dôme *B*, sur lequel s'emmanche

le col de cygne *C*. Un serpentin *S* condense les vapeurs, refroidies par un courant d'eau froide très-rapide amené par le tuyau *D*. L'eau échauffée, comme dans la figure 1, sort par la partie supérieure du vase contenant le serpentin. Les vapeurs condensées s'écoulent par le tube *s* dans un vase fermé *E*, qu'on renouvelle chaque fois que l'on veut fractionner les essences, comme nous l'avons indiqué dans notre premier article. *T* est le thermomètre, dont la boule à mercure, plongeant dans les vapeurs, indique le moment où ces fractionnements doivent avoir lieu.

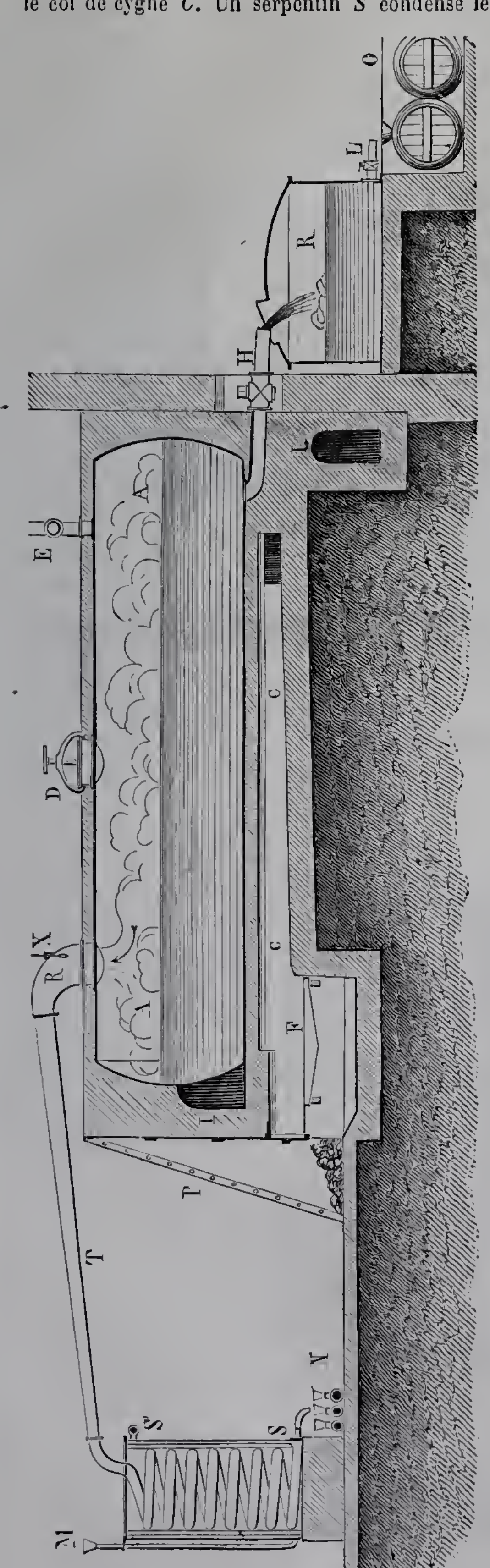


Fig. 1.

La chaudière *A* est enfermée, comme l'indique la figure, dans une seconde chaudière remplie d'huile de palme; les parois des deux chaudières sont à une distance de 12 centimètres environ l'une de l'autre. L'huile de palme, dont le niveau reste constamment le même, forme un excellent bain-marie, qui empêche les coups de feu et régularise la distillation. La distillation terminée, le résidu est évacué par un tuyau traversant la paroi de la chaudière inférieure et dont on voit l'orifice en *b*.

L'appareil est chauffé d'ailleurs par un foyer ordinaire *F*, surmonté d'une voûte; les produits de la combustion se rendent par l'orifice *o* dans un carneau *H*, circulant autour du bain-marie, pour se rendre ensuite dans un canal commun à tous les appareils *O*, puis dans la cheminée.

La porte I du foyer, pour éviter toutes les chances d'incendie, s'ouvre à l'extérieur de l'atelier de la rectification, le mur dudit atelier étant percé d'une voûte, comme l'indique la figure.

Cet appareil de rectification peut parfaitement servir pour toutes les essences dont le point d'ébullition est au-dessous de 180°. Avec un modèle de plus petite dimension, on peut aussi rectifier l'acide phénique sans aucun danger.

Nous avons dit dans notre premier article que la naphtaline était destinée à devenir à son tour le point de départ de pro-

duits nouveaux et importants ; nous donnons dans la figure 3, à l'échelle de

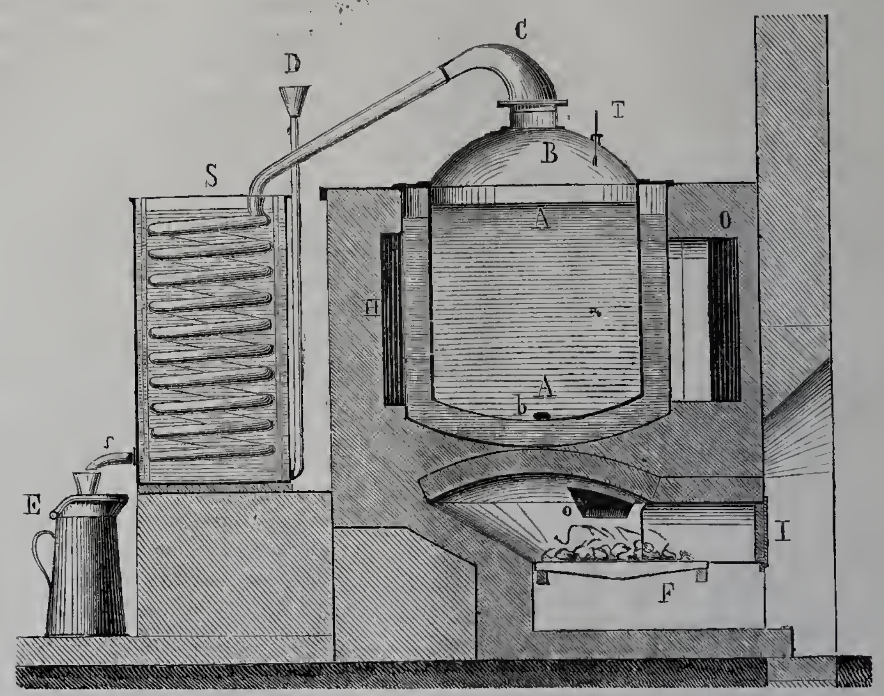


Fig. 2. A l'échelle de 2 1/2 p. 100.

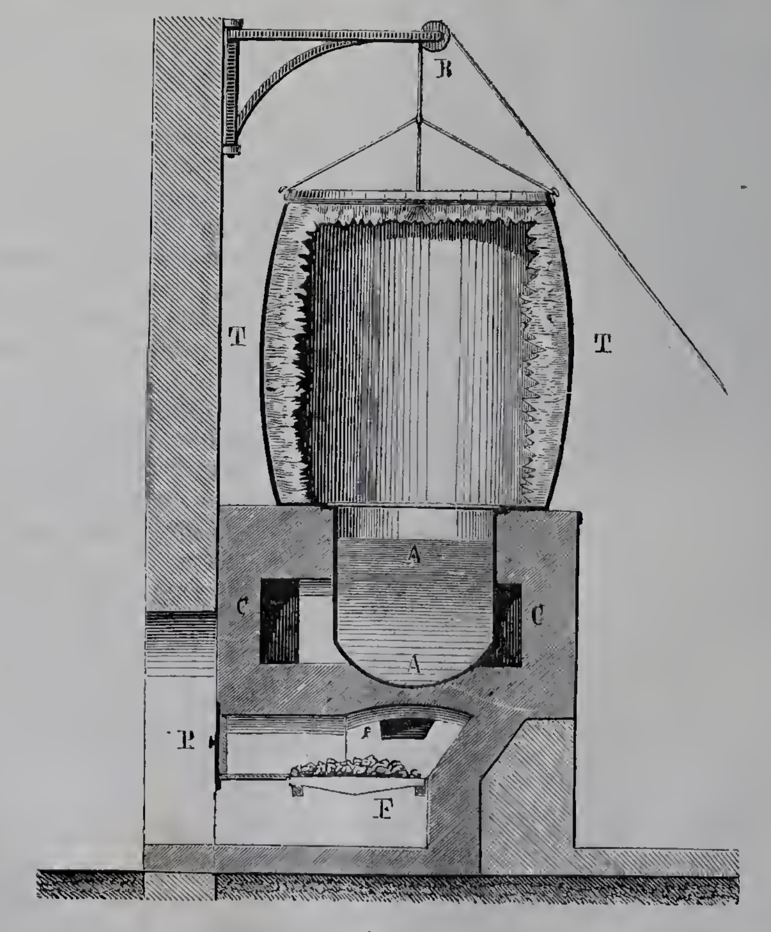


Fig. 3.

2 1/2 centimètres pour un mètre, le croquis d'un appareil, au moyen duquel on peut obtenir des quantités assez importantes de naphtaline sublimée en brillantes paillettes blanches, telle qu'on en voit de nombreux spécimens à l'Exposition. Pour une opération sur une très-grande échelle, il suffirait d'augmenter les proportions de la chaudière et de remplacer le tonneau de condensation par une chambre de dépôt, comme cela se pratique pour la fabrication de la fleur de soufre.

AA est la chaudière de sublimation (en fonte), dans laquelle on place la naphtaline impure, mais solide et bien égouttée, qui se sépare par le froid des huiles de goudron les plus lourdes. Cette chaudière est recouverte, avant le commencement de chaque opération, au moyen d'un tonneau TT en bois, dont le fond inférieur est percé d'un orifice égal à la section de la chaudière, et dont le fond supérieur est percé d'un petit trou pour le dégagement des vapeurs ou gaz non condensés.

Le tonneau se manœuvre au moyen du petit treuil *B*, comme la figure l'explique suffisamment.

La chaudière est d'ailleurs chauffée par un foyer *F*, dont les produits de la combustion s'échappent par l'orifice *s* percé dans la voûte, se rendent dans les carneaux *C*, puis à la cheminée.

Lorsque la naphtaline fondue par la chaleur est arrivée à 217°, elle ne tarde pas à distiller, et ses vapeurs très-denses vont immédiatement se condenser sur les parois intérieures du tonneau T. La distillation doit être conduite assez lentement pour que l'intérieur du tonneau ne s'échauffe pas au point de fusion de la naphtaline. Au bout d'une heure, on enlève doucement le tonneau, dont les parois sont hérissées de paillettes cristallines, et on le remplace immédiatement par un autre tonneau, etc.

DES GOUDRONS PRODUITS ET RECUEILLIS PENDANT LA FABRICATION DU COKE MÉTALLURGIQUE.

Les produits goudronneux des usines à gaz ne suffisent plus aujourd'hui à alimenter nos industries d'agglomérés et nos fabriques de matières colorantes; nous sommes à cet égard tributaires de l'Angleterre, qui nous envoie chaque année des quantités très-importantes, de brai surtout, qui, rendu aux mines de Saint-Étienne, par exemple, revient aujourd'hui à plus de 90 francs la tonne, tandis que la France perd chaque année au moins 120 millions de kilog. de goudron par son ancienne fabrication de coke métallurgique, et de plus 10 millions de kilog. de sels ammoniacaux plus riches en azote que le meilleur guano.

Or, au moyen des fours nouveaux exposés par la société Carvès et C[ie] dans le groupe des mines de Saint-Étienne, ces produits peuvent être récoltés complétement, non-seulement sans inconvénients, mais encore avec une augmentation moyenne de 10 p. 100 dans la production du coke; ces chiffres résultent d'une comptabilité bien tenue, dont les éléments ont pu être soumis au jury. Le coke est en outre d'excellente qualité et employé non-seulement par les chemins de fer, mais encore par une dizaine de grands établissements métallurgiques.

Ces résultats sont actuellement obtenus sur une grande échelle, puisqu'un seul atelier à Saint-Étienne distille annuellement 80,000 tonnes de houille dans 188 grands fours, contenant chacun 5,000 kilog. de charbon.

Rien ne s'oppose donc aujourd'hui à ce que cette invention toute française se répande en France et à l'étranger, et, en effet, l'Angleterre, cette terre

classique de la houille, a commencé à donner l'exemple, et les nouveaux fours sont exposés également dans la section anglaise.

La Belgique possède aussi plusieurs ateliers où ces appareils sont en usage. En un mot, suivant nous, il est peu d'industries qui se présentent à la grande Exposition avec une amélioration aussi complète et aussi importante que celle dont nous allons parler.

Lorsque le gaz d'éclairage se produisait encore uniquement dans des cornues en fonte, on ne croyait pas qu'il fût même possible de construire des fours à coke et même des cornues en terre assez imperméables pour que le gaz fût recueilli sans une perte considérable.

Mais ce problème fut résolu du jour où MM. Pauwels et Dubochet imaginèrent, à l'ancienne Compagnie parisienne, d'extraire le gaz au moyen de véritables pompes aspirantes et refoulantes, de manière à détruire toute pression dans l'appareil de distillation; et de ce jour, l'emploi des cornues en terre de grandes dimensions et même de fours composés de centaines de pièces rapportées, cet emploi devint pratique.

Aussi, à partir de ce moment, MM. Dubochet et Pauwels établirent dans leur usine à gaz des fours contenant jusqu'à 6,000 kilog. de houille à la fois, et obtinrent, outre le gaz et les produits goudronneux et ammoniacaux, du coke métallurgique, au lieu de coke léger et boursouflé. La nouvelle Compagnie parisienne, qui réunit toutes les anciennes usines à gaz de Paris, a étendu l'emploi de ces fours à plusieurs de ses usines, et l'on peut voir dans sa remarquable exposition quelques produits de ces appareils, concurremment avec les produits des cornues ordinaires.

Dès l'origine l'auteur de cet article avait été frappé des résultats obtenus au moyen de l'invention Pauwels et Dubochet, et il avait entrevu la possibilité de l'appliquer à la production du coke métallurgique, en utilisant le gaz non plus pour l'éclairage qui ne présente pas un écoulement suffisant sur le carreau de la mine, mais pour le chauffage même des fours, après avoir tout d'abord bien étendu, condensé et recueilli les produits goudronneux et ammoniacaux.

Il s'agissait de savoir si le gaz dépouillé de carbures, d'une grande richesse calorifique, serait suffisant pour porter les fours à la température nécessaire à la production du coke métallurgique. L'hésitation était permise, car les 40 kilog. de goudron retirés d'une tonne de houille représentent au moins 500,000 unités de chaleur; elle était d'autant plus permise, que les très-habiles inventeurs du four à gaz, ayant, depuis, monté leurs fours uniquement pour la production du coke, avaient mis seulement à profit la forme de l'appareil, la manière de défourner, sans avoir cherché à utiliser les produits goudronneux qui se brûlaient dans les carneaux aussi bien que les gaz.

L'expérience en grand que nous tentâmes d'abord à Saint-Étienne a résolu la question du chauffage par le gaz seul, à la condition toutefois de faire marcher à la fois un grand nombre de fours, pour qu'en tout temps de l'opération la production du gaz et le chauffage fussent réguliers.

Les premiers fours montés conservèrent la forme et la disposition des fours Pauwels et Dubochet, la disposition pour le chauffage fut seule changée, de manière à recueillir tous les produits condensables avant de brûler le gaz; ces fours qui, dans le pays, portent encore mon nom, étaient chers d'abord, mais l'expérience amena peu à peu à en réduire le prix de revient, et aujourd'hui l'habile directeur de la société Carvès et C[ie], aidé des conseils de M. Hupet, directeur des mines de la Loire, est même arrivé à utiliser les anciens fours dits de boulanger, moyennant une dépense d'aménagement de 1,000 fr. par four.

Les fours dits belges sont également parfaitement propres à être transformés; leur forme étroite et élevée est même aujourd'hui adoptée pour les nouvelles installations du système. MM. Carvès et Cie ont exposé des modèles de ces trois formes, dont les deux dernières répondent victorieusement à l'objection qui pourrait être faite d'une dépense considérable nécessitée pour le remplacement des anciens fours.

Nous allons successivement donner les croquis de ces trois formes de four, en ajoutant qu'aujourd'hui on les groupe par vingt-cinq à la fois, ce qui régularise le travail et la température. Chaque groupe a sa cheminée spéciale.

Fours Dubochet Pauwels adaptés au nouveau système.

Figure 4. — Coupe générale, suivant l'axe de l'ancien four Dubochet Pauwels, transformé pour la production du coke métallurgique avec chauffage au gaz, appelé four Knab.

AA Four proprement dit, ayant les dimensions suivantes :

Longueur totale entre les deux portes	7m.00
Hauteur de la sole à la clef de la voûte	1 .00
— des pieds droits, naissance de la voûte surbaissée	0 .70
Largeur du four	1 .30

BB Orifice de chargement se fermant au moyen d'une calotte *C* qu'on lutte à la terre glaise. Il a 0m,50 de diamètre en B et 0m,30 en B'. Un petit chemin de fer sur lequel arrivent les wagons de charbon destinés à charger le four est auprès de cet orifice.

EE Portes en fonte, doublées intérieurement de carreaux réfractaires, fermant les deux

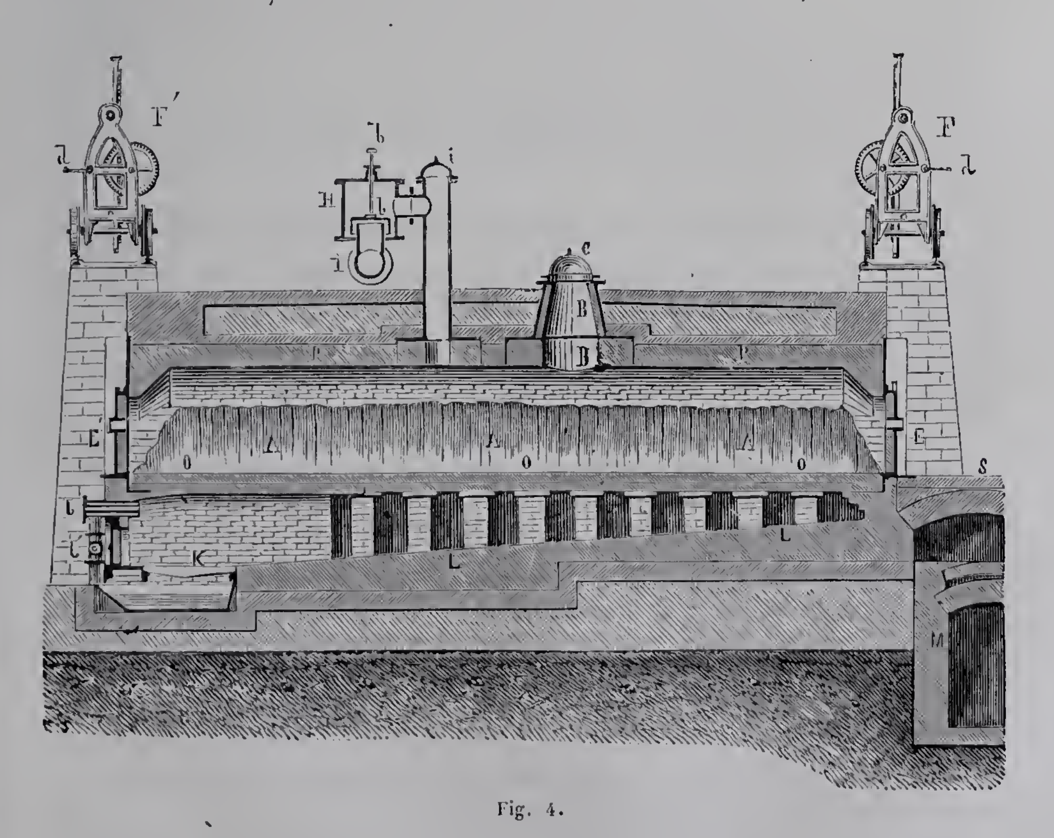


Fig. 4.

extrémités du four; ces portes très-lourdes sont manœuvrées par les petits treuils à crémaillières FF, qui, placés sur rails, desservent tout le massif des fours.

L'ouverture de la porte a 0m,70 de hauteur, et a toute la largeur du four.

a Regards ménagés pour pouvoir examiner l'intérieur du four et laisser entrer l'air au moment de défourner.

FF' Treuils qui servent à soulever les portes pour le défournement ; une chaîne relie l'extrémité du crie *x* avec un œil *x'* placé à la partie supérieure des portes ; en tournant les manivelles *d*, les portes montent.

GG Orifice et tuyau de dégagement des gaz et vapeurs de goudrons et eaux ammoniacales, ayant un diamètre intérieur de $0^m,22$.

II Tambour qui sert à la manœuvre de la tige et soupape *bb*, servant à intercepter la communication entre les fours et la conduite générale ou barillet *I*, au moment où l'on veut défourner. Il est très-essentiel de fermer alors la soupape ; sans cela l'aspiration opérée par l'extracteur de gaz continuant, l'air extérieur serait appelé et pourrait former des mélanges détonnants, ce qui est arrivé une seule fois dans le bassin de Saint-Étienne, sans causer toutefois de grands dommages. Lors de la mise en train pour la première fois, il est nécessaire aussi, pour éviter des accidents, de perdre du gaz avant de l'envoyer dans le gazomètre.

i Petite calotte fermant l'extrémité supérieure du tube *G* et servant au nettoyage des dépôts de charbon de goudron se produisant de temps en temps.

I Conduite générale, conduisant les gaz et les produits condensables dans les réfrigérents, où ces derniers se déposent ; puis communiquant avec les extracteurs de gaz, destinés, comme nous l'avons dit, à réduire presque à 0 la pression dans l'intérieur du four ; cette conduite représente le barillet des mines à gaz.

J Tuyère injectant le gaz dans le foyer sous la sole du four ; un tube concentrique *i*, introduit au centre de l'anneau de gaz un courant d'air aspiré du dehors par le tirage de la cheminée. Il serait bon, comme nous le prouverons plus loin, de pouvoir régler par un registre cette entrée d'air, ainsi que celle du foyer supplémentaire. Nous donnons un détail de cette tuyère, figure 8, page 303.

J' Robinet placé sur la conduite spéciale que fournit le gaz à la tuyère *J*.

KK Petit foyer supplémentaire (voir la description de l'opération). La distance entre la grille et la voûte est de $0^m,70$.

LL Carneaux des produits de la combustion du gaz ; ils circulent plusieurs fois sous la sole, puis ils redescendent à un étage inférieur, sous cette première rangée de carneaux, pour se rendre définitivement dans un conduit général M, qui se dirige vers une cheminée unique pour vingt-cinq fours.

N Piliers qui supportent la sole dans le principal carneau central LL, plus large que les autres.

O Sole formée de carreaux réfractaires à joints recouverts, qui a surtout au-dessus du foyer jusqu'à 15 centimètres d'épaisseur.

P Voûte surbaissée en briques réfractaires de 20 centimètres d'épaisseur.

Lorsqu'on veut défourner, on ouvre la calotte *C*, et on lève au moyen des treuils *F* les portes *EE'*.

Le bouclier du repoussoir est alors introduit par la porte E', et l'énorme gâteau de coke sort lentement par l'ouverture de la porte E', en glissant sur la plate-forme *S* légèrement inclinée du côté opposé au four.

On a eu soin, avant d'ouvrir les portes, de baisser la soupape *bb*.

Outre la communication du plan dont nous venons de donner la description, nous devons à l'obligeance de MM. Carvès et Cie le détail du prix de revient de l'un de ces fours.

Ce devis est basé sur une série de 25 fours ayant pour l'ensemble un seul repoussoir et un seul extracteur de gaz ; nous copions textuellement :

Prix de revient d'un four Knab, tel qu'on le monterait actuellement en batterie de 25 fours.

Briques réfractaires..................................	537f.69
Briques ordinaires.....	319.30
Coulis..	101.70
A reporter.............	958.69

Report............	958.69
Chaux et sable....................................	192 »
Pierres diverses....................................	46.60
Châssis et porte....................................	26.60
2 sommiers....................................	4.94
Barreaux et grilles....................................	17.10
4 plaques en fonte....................................	134.40
2 portes de four en tôle....................................	195 »
1 orifice de chargement et son couvercle................	36.96
1 orifice de prise de gaz et son couvercle....	71.65
1 robinet....................................	9.60
Tuyaux divers....................................	299.50
1/25 de la cheminée....................................	80 »
Siphons pour recevoir les goudrons....................	25 »
1/25 des extracteurs Dubochet Pauwels..................	210.85
1/25 de la machine à défourner........................	125 »
Main-d'œuvre pour maçonnerie et ajustage...............	400 »
Prix total.............	2833.89

non compris les fondations, les bâtiments, les voies ferrées qui servent au transport des charbons et des cokes, dont le prix varie suivant les localités.

Nous ferons remarquer qu'en employant un des nouveaux extracteurs de gaz, celui de Beel, par exemple, le prix de 210,85 descendrait à 60 fr. par four.

En effet, MM. Carvès et Cie, après sept ans de marche continue, considèrent toujours l'extracteur à 3 cloches de MM. Pauwels et Dubochet comme un excellent instrument, marchant très-régulièrement, mais ayant un défaut, celui d'être encombrant et de coûter un peu cher. Les fours eux-mêmes exigent une main-d'œuvre de construction assez considérable; nous verrons qu'en substituant à leur forme celle des fours belges, sans changer le principe de l'invention, on est arrivé à réaliser des économies considérables sur le devis d'un four pour la même quantité de houille carbonisée.

Après les explications que nous avons données sur le four à gaz, il nous restera peu de chose à ajouter sur la marche des fours à coke spéciaux.

Le charbon trop impur doit être lavé par les procédés ordinaires. Puis il est broyé au moyen de deux cylindres cannelés qui réduisent en menu fin 100 tonnes de charbon pendant 10 heures de travail, en consommant une force régulière d'environ 10 chevaux. Ce broyage est nécessaire si l'on veut obtenir un coke d'une belle texture régulière; il facilite du reste la distillation.

Le charbon en poudre est chargé dans des wagons d'une contenance égale et connue, que l'on peut même peser chaque fois, et dont un certain nombre forme le chargement d'un four : ils sont amenés par le petit chemin de fer posé sur le massif, au-dessus du four à charger, et là on les bascule dans un grand entonnoir en fer introduit dans l'orifice de chargement *BB'*. Des ouvriers munis de ringards égalisent ensuite la couche de charbon sur la tôle du four, de manière à obtenir une couche d'une épaisseur régulière d'environ 70 centimètres de hauteur, se terminant du côté des portes par deux talus.

Aussitôt le chargement terminé, on abaisse les portes EE' au moyen des treuils FF', on les lutte avec de la terre glaise, on ferme également l'orifice supérieur du four et, on ouvre en même temps la soupape *b b*, qui établit la communication avec le barillet I, et, par suite, avec l'extracteur de gaz.

On ouvre alors le robinet de gaz J', et celui-ci, pénétrant dans le foyer, s'enflamme aussitôt, car, malgré le temps pris pour le défournement, la température du four, et surtout celle des carreaux, reste très-élevée.

Le gaz extrait, comme nous l'avons déjà dit, circule dans des tuyaux refroidis par un courant d'eau ; il dépose ses goudrons et ses eaux ammoniacales, puis est refoulé dans le gazomètre commun à tous les fours, d'où il se rend d'abord par une conduite unique, puis par des conduites spéciales devant le foyer de chaque four.

A Saint-Etienne, le gaz est également utilisé pour l'éclairage et le chauffage des appareils distillatoires.

Les goudrons et eaux ammoniacales condensés sont recueillis dans de grandes fosses, où un repos de 8 à 10 jours les sépare complétement; le goudron plus lourd descend au fond. Ce goudron est plus léger que celui qu'on obtient dans les usines à gaz; sa séparation des eaux ammoniacales est, par suite, un peu plus difficile ; aussi est-il bon, pour ne pas troubler le repos, d'avoir au moins deux fosses de dépôt, munies d'un trop plein qui laisse écouler les eaux ammoniacales surnageantes dans une troisième fosse spéciale.

L'opération de la carbonisation dans chaque four dure 72 heures, après lesquelles on procède au défournement et à un nouveau chargement.

Les produits de la combustion du gaz sous la sole des fours, arrivés à la cheminée, possèdent encore une température de 800°, dont la moitié serait bien suffisante pour opérer un bon tirage. Aussi, dans leurs nouvelles installations, MM. Carvès et Cie utilisent une partie de cette chaleur perdue pour le chauffage des générateurs de vapeur destinés à faire marcher la machine à broyer le charbon, les extracteurs, et en général tous les appareils qui exigent de la force.

D'après un calcul facile à faire, on trouve que cette chaleur perdue équivaut encore, pour chaque fournée, à 500 kilog. au moins de charbon brûlé.

On a fait un reproche fondé au four que nous venons de décrire, c'est que la surface de charge est trop considérable relativement à la masse de houille distillée, et comme la chaleur du foyer ne s'y transmet de proche en proche que par la sole du four, il en résulte que la partie supérieure du coke, insuffisamment chauffée, conserve une tête noire plus poreuse que le reste, ce qui lui ôte une partie de sa valeur commerciale. Pour combattre cet inconvénient, MM. Carvès et Cie recouvrent la couche de houille d'une couche supplémentaire de poussier qui concentre la chaleur et absorbe les dernières parties goudronneuses.

En adoptant la forme des fours belges, plus hauts, beaucoup plus étroits et chauffés sur le côté, on évite, comme nous le verrons, cet inconvénient, tout en diminuant la durée de l'opération.

Fours de boulanger (fig. 5) adaptés au nouveau système.

AA Est le four proprement dit, qui est tout à fait semblable à celui des boulangers. rond et couvert d'une voûte surbaissée.

Il a les dimensions suivantes :

Diamètre de la sole.	3^m. »
Hauteur sous la clef de voûte	1 .50
Hauteur de la porte de chargement.	0 .85
Épaisseur de la voûte de briques réfractaires.	0 .22
Épaisseur de la sole en carreaux très-réfractaires.	0 .06

O Orifice de chargement, ayant 0,26 centimètres de diamètre à la partie inférieure et 0,30 à la partie supérieure; il est formé d'une seule pièce en terre réfractaire, moulée spécialement, ce qui présente plus de solidité.

P Calotte fermant l'orifice O. Les rebords sont luttés avec de la terre glaise, comme les tampons des cornues à gaz.

Le four supporte un petit chemin de fer, qui amène les wagons chargés de la houille à carboniser, exactement comme avec le four *N*° 1.

J Porte unique en tôle, qui sert à fermer l'ouverture du four destinée au défournement, qui se fait à la main, pour empêcher la déperdition de chaleur; il est bon, avant de poser la porte, d'établir à l'intérieur un mur d'une épaisseur de brique.

R Tuyau pour la sortie des gaz aspirés par l'extracteur du système Gargan, qui est ondé sur le principe des machines aspirantes et soufflantes en usage dans les forges.

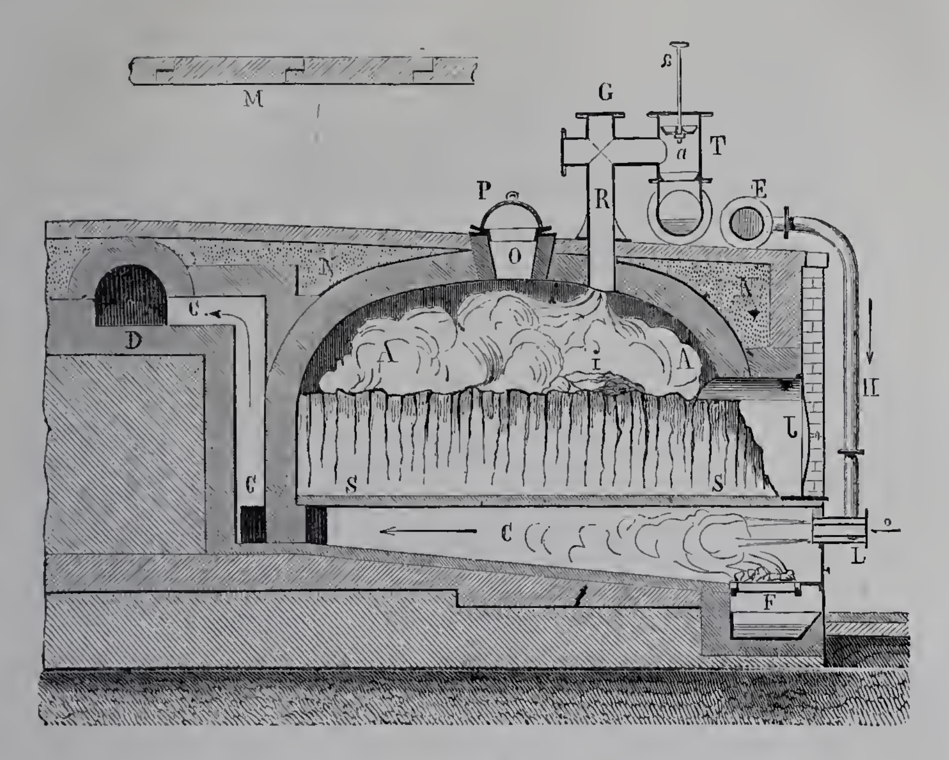


Fig. 5. Coupe suivant l'axe du four de boulanger transformé en nouveau système.

G Tubulure sur laquelle vient s'embrancher le tuyau *R* et qui renferme la soupape *a*, destinée à interrompre la communication lors du défournement.

On trouvera figure 8 un détail sur cette soupape.

E Tuyau commun à tout le groupe de 25 fours, et représentant le barillet des usines à gaz.

H Conduite de gaz commune à 25 fours, et amenant du gazomètre le gaz nécessaire à leur chauffage,

L Tuyau s'embranchant sur la conduite générale *I* et alimentant chaque four.

K Tuyère dont on voit le détail figure 6.

F Petit foyer supplémentaire.

OO Sole en carreaux réfractaires à joints recouverts et dont on voit le détail en X.

M Carneau central où se rendent d'abord les produits de la combustion, pour ensuite circuler sous la sole du four et quelquefois sur les côtés, d'où ils se rendent ensuite par un carneau *N*, dans un canal général P, conduisant à la cheminée d'un groupe de 25 fours.

Dans le four à boulanger, la manœuvre se fait comme dans le four Knab; seulement, la porte *E* étant unique, le déchargement ne peut se faire de la même manière, par un repoussoir; la forme circulaire de la sole beaucoup plus grande que l'ouverture de sortie, ne permettrait pas ce déchargement mécanique, qui, par suite, doit se faire à la main.

L'opération dure, comme dans le premier four, 72 heures.

Il est entendu que le four à boulanger ne doit pas être choisi pour toute nouvelle installation, nous ne la mentionnons que pour indiquer la possibilité de transformer au nouveau système d'anciens fours encore nombreux en France et en Angleterre.

Dans le tableau suivant, nous donnons le devis d'un four complet, avec les appareils accessoires, tuyaux, valves, extracteurs, etc.

Quant à l'appropriation des anciens fours, elle ne s'élève pas à 1,000 fr., tous appareils compris.

Prix de revient d'un four boulanger à coke et à gaz, transformé au Marais, près Saint-Étienne (batteries de 25 fours chacune).

	francs.
Briques ordinaires	119 »
— réfractaires	537.85
Coulis	56.65
Pierre brute	12 »
Portes et plaques de fonte pour fermer l'ouverture unique du four	120.60
1/25 de la cheminée	50.00
Châssis et porte du foyer supplémentaire	21.30
Tuyaux divers.	
Robinet et tuyère pour le gaz de chauffage	50.30
Plomb et chanvre pour joints	36 »
1/25 des extracteurs Gargan	150 »
Main-d'œuvre pour maçonnerie et ajustage, etc.	155 »
Total	1308.70

non compris les fondations, le terrain, les bâtiments, les voies ferrées, etc., dont les prix varient suivant les localités.

L'extracteur Gargan, dont il est question dans ce devis, est mû par une machine de dix chevaux, dont la force n'est employée qu'à moitié à cet usage. Un seul extracteur suffit pour 100 fours.

Le défournement se fait à la main, par les anciens procédés.

Il nous reste à décrire le four belge, dont la forme, comme nous l'avons vu, est définitivement adoptée dans les nouvelles installations, pour l'application de notre nouveau système de carbonisation, qui, sauf cette forme, reste entier dans toutes ses autres parties.

Four belge adapté au nouveau système.

(Dans les figures 6, 7 et 8, les mêmes lettres indiquent les objets identiques.)

FIGURE 6, LÉGENDE.

Coupe générale et verticale du four, suivant l'axe, en suivant XX de la figure 7.

AA Four, proprement dit, supposé chargé de coke : il est très-étroit, très-élevé, surmonté d'une voûte réfractaire en plein cintre, et chauffé non-seulement sous la sole, mais encore sur les deux côtés, par des carneaux qui s'élèvent jusqu'à la hauteur de la couche de charbon ; voici ses dimensions principales :

Longueur totale de la sole entre les deux portes des extrémités	4m.80
Largeur du four seulement	0 .80
Hauteur très-considérable	1 .75
Épaisseur des carneaux de la sole	0 .07
Épaisseur de la voûte réfractaire	0 .22
Épaisseur totale au-dessus de la voûte	0 .88

Contenance égale à celle des fours 1 et 2, c'est-à-dire 5000 kilog. de houille supposée sèche.

B Ouverture conique pour le chargement du four, contrairement aux deux premiers modèles : le diamètre inférieur, qui a $0^m,25$, est plus petit que le diamètre supérieur, qui est de 0,32 ; mais comme le charbon est broyé, cela n'offre pas d'inconvénients.

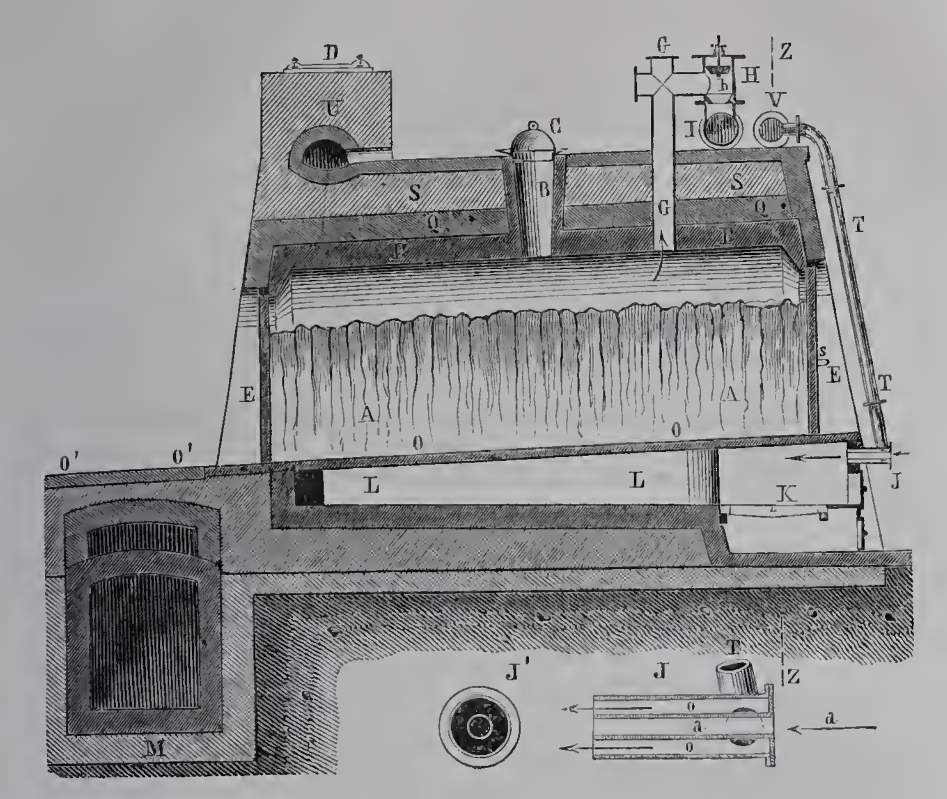


Fig. 6. Coupe verticale suivant XX de la fig. 7.

C Calotte pour la fermeture de l'ouverture B.

D Petit chemin de fer desservant les fours.

EE Portes fermant les deux extrémités du four, et s'ouvrant toutes deux pour le dé-ournement qui se fait, comme pour le n° 1, avec un repoussoir mécanique ; ces portes, au lieu de se soulever avec un treuil, tournent sur des gonds comme nos portes ordinaires, ainsi qu'on le verra dans la figure 7 ; elles sont en fer, doublées à l'intérieur de briques réfractaires et luttées avec de l'argile, comme les fours du n° 1.

GG Tuyau pour la sortie des gaz aspirés par un extracteur Bell, fondé sur le principe des ventilateurs à ailettes, marchant avec une très-grande vitesse. Diamètre intérieur, $0^m,18$.

H Grosse tubulure d'un diamètre intérieur de $0^m,26$, sur lequel vient s'embrancher le tube G et qui renferme la soupape de fermeture *d*, dont on voit le détail figure 8.

I Conduite générale ou barillet commun à 25 fours, dont il reçoit tous les gaz et vapeurs.

J Tuyère à gaz pour le chauffage des fours; nous en donnons un détail au-dessous de la figure 6 en J et J'.

J Est la coupe suivant l'axe de la tuyère.

J' La coupe perpendiculaire à l'axe.

T Est l'arrivée du gaz.

a Tuyau central ouvert à ses deux extrémités, qui sert au passage de l'air aspiré par le tirage du foyer ; le gaz, dont on peut régler à volonté le débit au moyen d'un robinet (voyez figure 7), arrive par le tuyau concentrique *o*, fermé au contraire à l'une des extrémités et ouvert seulement du côté du foyer.

L'air pénètre donc au centre même de l'anneau enflammé du gaz.

Comme nous l'avons vu, dans le cas où l'on aurait intérêt à utiliser complétement la chaleur perdue des fours, il serait nécessaire de pouvoir, au moyen d'une valve, régler l'arrivée de l'air, aussi bien que dans le cendrier du foyer supplémentaire.

K Petit foyer supplémentaire ; la grille a les dimensions suivantes :

Longueur.	1m »
Largeur.	0.40

Il ne sert que pour la mise en train des fours et pour brûler les escarbilles et petit coke, dans le cas surtout où une partie du gaz est employée à chauffer d'autres appareils que les fours.

LL Carneaux de circulation des produits de la combustion, sous la sole des fours.

Ces produits se rendent d'abord, par exemple, dans un carneau à droite et sous la sole, pour revenir parallèlement dans un second carneau à gauche. Sauf l'épaisseur de la paroi qui sépare ces deux carneaux et qui supporte le milieu de la sole, ils occupent toute la largeur de cette dernière.

En sortant du second carneau horizontal de gauche, les produits de la combustion se rendent successivement dans trois carneaux superposés qui chauffent de bas en haut les côtés du four.

Les figures 7 et 8 feront comprendre cette marche des produits, les carneaux sur le côté du four étant désignés par la lettre R. On remarquera que chaque foyer chauffe la sole et seulement l'un des deux côtés du four, les carneaux *R* étant communs aux parois de deux fours.

M Canal recevant tous les produits de la combustion de 25 fours et les conduisant à la cheminée ; il a 1 mètre de largeur et 1m,30 de hauteur.

La figure 8 indique bien le chemin des produits des côtés du four au canal ; ce canal est isolé du sol par une seconde voûte.

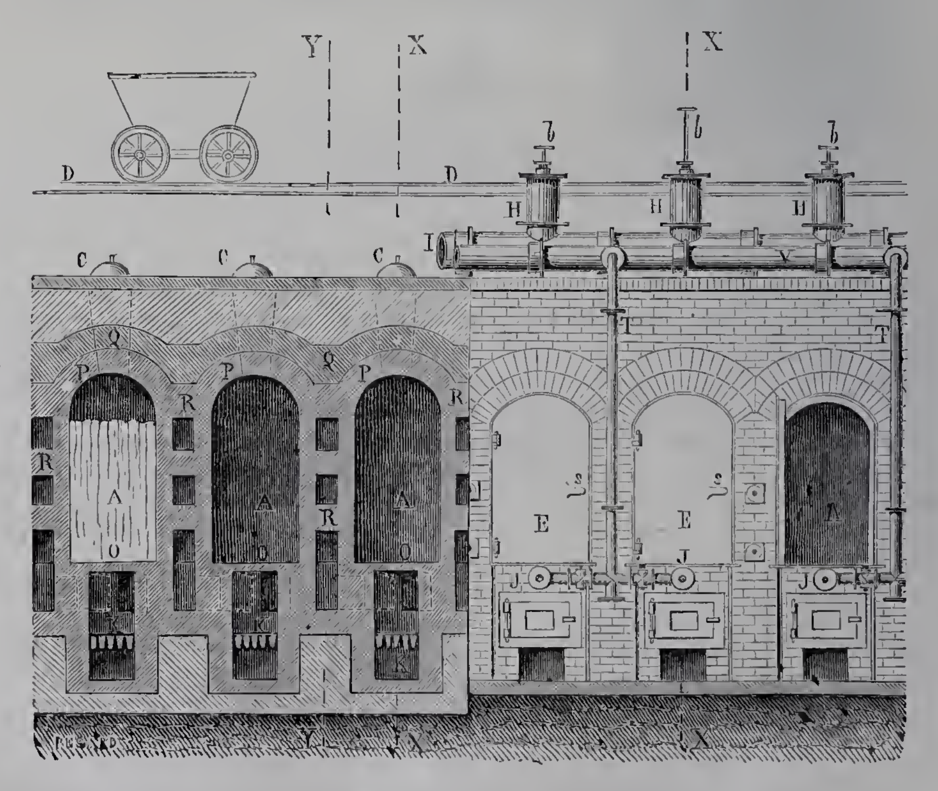


Fig. 7. Coupe verticale suivant ZZ des fig. 6 et 8 ; échelle 1/80.

OO Sole du four ; elle est légèrement inclinée, comme l'indique la figure, afin de faciliter le défournement mécanique ; le bouclier du repoussoir entrant par la porte du côté du tuyau T, et le gâteau rectangulaire de coke sortant sur le plan également incliné *O'O'*.

PP Voûte du four en brique réfractaire ; elle est recouverte d'une seconde voûte *QQ*, puis d'une maçonnerie en coulis *SS*; le toit du four, enfin, est composé de bonnes briques bien cuites posées de champ.

Ce toit est légèrement incliné pour rassembler les eaux pluviales dans un conduit général *U*, ce qui empêche leur écoulement sur les parois du four qu'elles pourraient détériorer.

U Le canal *U* est percé sous le massif qui supporte le chemin de fer de service des fours.

T Est le tuyau qui alimente deux foyers à la fois, comme on peut le voir figure 7.

V Est la conduite de gaz commune aux 25 fours.

Vue de face de trois fours, dont l'un a sa porte ouverte et les deux autres fermées.

Et coupe transversale de trois autres fours, suivant la ligne ZZ des figures 7 et 8.

Les mêmes lettres indiquant les mêmes objets, nous renvoyons pour la description à la légende de la figure 6.

Nous ferons remarquer seulement que le tuyau T se bifurque à sa partie inférieure en deux embranchements, qui chacun alimentent de gaz un foyer.

On voit également dans ce foyer les trois parcours successifs et en zigzag des carneaux *R*, qui chauffent les côtés des fours.

Avec la figure 7 et la figure 8, on peut facilement recomposer un plan coupe horizontale, que nous nous abstenons par conséquent de reproduire.

La forme des fours belges étant très-étroite, près de la moitié de celle des deux autres modèles, on remarquera que les conduites V et I sont beaucoup moins longues ; il en résulte une diminution considérable dans le poids de la fonte employée et dans la longueur des voies ferrées, etc.

Cette figure indique le parcours des produits de la combustion dans les carneaux de côté R, et leur marche vers le canal général M.

A côté de la figure principale est un détail de la tubulure H, où se trouve la

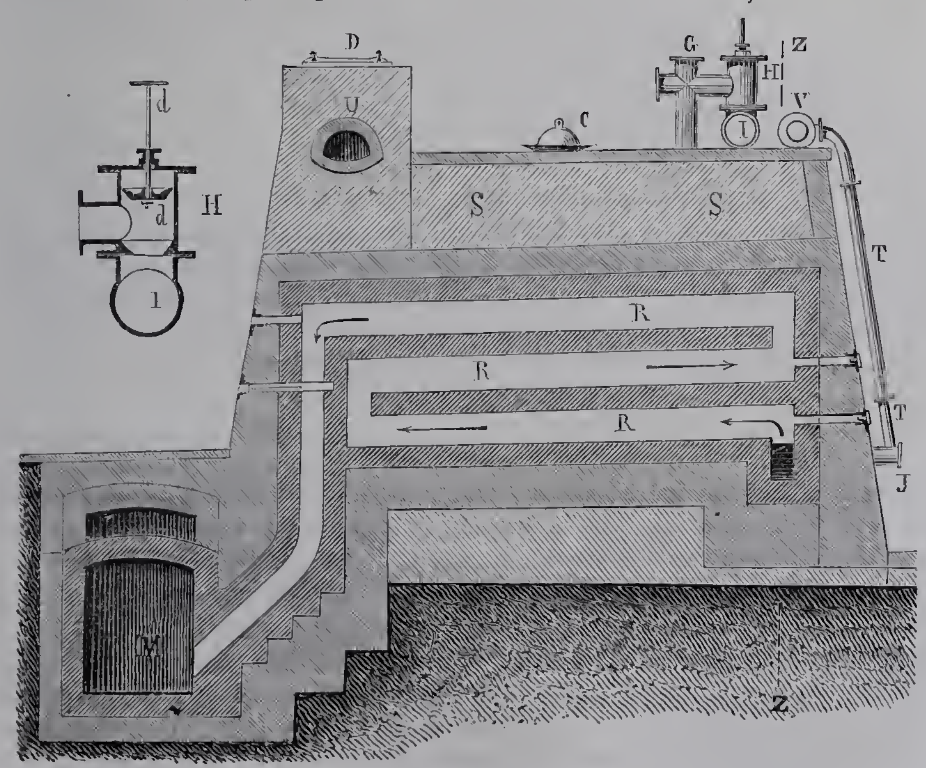


Fig. 8. Suivant YY des fig. 6 et 7 ; échelle 1/80.

soupape *d*, qui sert à interrompre la communication entre le four et l'extraction, au moment du défournement.

Par suite du mode de chauffage ou de la distillation des carneaux, la tempé-

rature est plus élevée dans les fours belges et l'opération ne dure que 90 heures, soit un 1/6 de moins qu'avec les deux autres formes.

On avait craint autrefois que ce chauffage du four, en plusieurs directions, ne nuisît à la solidité du coke, l'espèce de cristallisation en forme d'aiguilles devant se croiser par suite de fendillement vertical et horizontal ; mais l'expérience a démontré que cet inconvénient était très-petit comparé à d'autres avantages.

La forme du four belge est donc considérée aujourd'hui comme la meilleure et la plus économique, appliquée au nouveau système.

Nous donnons le devis complet d'un de ces fours, tels qu'on les construit aujourd'hui, même à Bességes, avec un extracteur Beel, et tous les appareils accessoires.

Prix de revient d'un four belge à coke et à gaz, avec recueillement des produits goudronneux et ammoniacaux ; modèle adopté et en construction à Bességes. (Batterie de 25 fours chacune.)

Briques rouges 8^{m3},930, à 20 fr.				$178^{f}.60$
Briques réfractaires 10^{m3},500, pesant 20,416^{k}., à 32,50 les 100^{k}.				663.55
Coulis	3500^{k}.,	à 22,50	—	78.75
1/25 de la cheminée				50 »
Robinet et tuyère	70 kil.,	à 60 fr.	les 100 kil.	42 »
Châssis et porte	100	— 20	—	20 »
Virole de l'orifice de chargement	130	— 20	—	26 »
Tuyaux divers	430	— 20	—	86 »
Calotte de l'orifice de chargement	20	— 20	—	4 »
Calotte du tuyau de prise de gaz	20	— 20	—	4 »
Valve	100	— 60	—	60 »
Plomb de chanvre pour joints				30 »
Barreaux de grille et supports	160	— 20	—	32 »
2 portes en tôle pour fermer les deux ouvertures du four				100 »
1/25 de la machine à défourner				125 »
1/25 de l'extracteur Beel				60 »
Main-d'œuvre pour maçonnerie et pose des tuyaux, etc.				55.10
Total				1615 »

Toujours non compris les fondations, les bâtiments, les voies ferrées, etc., dont les prix varient suivant les circonstances. D'après ce devis, qu'a bien voulu nous communiquer M. Carvès, on voit que la forme du four belge revient encore meilleur marché que les deux autres, et comme, en définitive, la distillation se fait encore mieux que dans ceux-ci, on a eu parfaitement raison de l'adopter.

Voici, du reste, comment MM. Carvès et Cie motivent le choix de la forme belge :

Nous préférons le modèle belge, parce qu'il est meilleur marché que le four Knab, chauffe mieux que celui-ci, et aussi bien que le four boulanger, a une surface de charge moindre que le grand four, fait moins de tête noire et d'incuits, évite le recouvrement de la fournée dans le four avec du poussier de coke (voir ce que nous avons dit précédemment à ce sujet). Dans le four de forme belge enfin, la cuisson est parfaite, et le coke, étant plus dense, on peut l'éteindre au sortir du four, sans le laisser séjourner sous le poussier.

La fabrication dans le four Knab et le four boulanger revient au même prix ; le four belge réalise une économie de 0^{f},50 par tonne.

Dans les deux premiers, la carbonisation dure 72 heures, pour une charge moyenne de 5,000 kilogrammes de houille : pour la même charge dans le four de forme belge, elle ne dure que 60 heures, ce qui donne une économie de 1/6 dans le nombre des fours nécessaire.

Pour les fours belges, on a adopté, comme le plus économique, l'extracteur Beel, qui emploie 3 à 4 chevaux de force, suivant la vitesse de sa marche et par batterie de 25 fours, quelle que soit la forme de four adoptée et le mode d'ex-

traction employé. Notre nouveau système de carbonisation comprend aujourd'hui les ateliers, appareils et outils suivants :

1° Atelier de lavage pour les charbons impurs, ou lorsqu'on veut produire du coke contenant peu de cendres ;

2° Atelier de broyage des charbons avec des cylindres, employant une force de 10 chevaux par chaque 100 tonnes pulvérisées en 10 heures de travail ;

3° Chemin de fer desservant les fours à coke, et les divers ateliers ;

4° Fours à coke, groupés par 25 à la fois, chaque groupe ayant sa cheminée spéciale ;

5° Machine à défourner, employant 2 chevaux de force et servant, pour un très-grand nombre de fours ; la petite machine motrice est placée sur l'appareil même de défournement, qui se compose d'une plaque en fonte ou bouclier très-solide, ayant les dimensions de la section de la couche de coke, et mue horizontalement par une crémaillère recevant le mouvement de la petite machine à vapeur. L'appareil complet, monté sur roues, peut se mouvoir sur des rails, à l'opposé du plan incliné qui reçoit le gâteau de coke, tout le long du front des fours, qu'il dessert chacun à leur tour ;

6° Barillet de tuyaux de dégagement du gaz, condensateurs à air libre, et refroidis par un courant d'eau ;

7° Fosses pour recevoir les goudrons et les eaux ammoniacales, et citernes de séparation de ces produits ;

8° Atelier où sont les machines à aspirer ou extraire le gaz des fours, puis à le refouler dans le ou les gazomètres ; les extracteurs en usage sont ceux de Pauwells, Gargan et Beel : ce dernier, le plus économique, sert pour 25 fours, demande 3 à 4 chevaux de force et coûte, tout établi, 1,500 francs.

Ils sont munis, comme nous l'avons dit, d'un régulateur qui ralentit la vitesse de la machine, lorsque l'aspiration est trop forte, ce qui, dans ce cas, force l'appareil à puiser le gaz non plus sur les fours ; mais c'est la conduite qui mène le gaz au gazomètre ;

9° Gazomètre pour recevoir les gaz dépouillés des parties condensables ; il est bon d'en avoir deux dans une grande exploitation ; pendant que l'un se remplit, l'autre alimente plus régulièrement le chauffage des fours : ces gazomètres rendant continuellement le gaz qu'ils reçoivent, n'ont pas besoin d'avoir une capacité aussi grande que ceux des usines à gaz : cette capacité doit cependant être suffisante pour parer aux irrégularités de production et de consommation ;

10° Conduite de gaz générale partant du gazomètre pour se rendre aux fours, et embranchement muni de tuyères pour chaque foyer ;

11° Atelier complet pour la distillation du goudron et le traitement des huiles ;

12° Atelier pour le traitement des eaux ammoniacales, installation des appareils Mallet, fabrication de l'alcali volatil et des sels ammoniacaux.

Ces deux derniers ateliers sont en tout semblables à ceux qui existent pour le même usage, dans les usines à gaz.

La dépense totale d'un atelier de carbonisation par les nouveaux procédés, pour 100 fours, pouvant produire, en tenant compte des chômages pour réparations, etc., 32,000 tonnes de coke par an, s'élèverait, au maximum, à 300,000 fr.

Ce total se décompose comme suit :

1° 100 fours de forme belge avec bâtiments pour le lavage et le broyage ; voies ferrées sur les fours ; wagons, machine à défourner, extracteurs, gazomètres, barillet, tuyaux, conduite de gaz, etc.	200.000
2° Emplacement en supposant le prix des terrains à Saint-Étienne	30.000
3° Ateliers pour le traitement des goudrons et des eaux ammoniacales	50.000
4° Terrain de ces ateliers	10.000
Somme à valoir pour imprévus	10.000
Total	300.000

Avec cette dépense on pourra distiller 45,000 tonnes environ de houille, produire 31 à 32,000 de coke, 1,400,000 kilog. environ de goudron et 144,000 kilog. de produits ammoniacaux. Si, comme le prouve une comptabilité bien tenue, MM. Carvès et Cie ont réalisé, en dehors du coke, un bénéfice moyen de 2 fr. 25 par tonne de houille carbonisée, provenant uniquement des sous-produits (ce qui est facile à croire puisque 1,400,000 kilog. de goudron, au prix minimum et actuel du goudron brut, produiraient déjà 70,000 francs), il en résulterait qu'un atelier de 100 fours, coûtant 300,000 fr., donnerait, en dehors du coke, un produit de 45,000 tonnes $\times$ 2f,25 = fr. 10,1250, soit plus de 30 p. 100 du capital immobilisé.

Mais, de plus, ces messieurs prouvent que le rendement en fours clos est de 1/6 plus élevé qu'avec les anciens procédés. Voici les chiffres pratiques qu'on a bien voulu nous communiquer :

L'atelier de Saint-Étienne possède déjà 188 fours en pleine exploitation; la même société en établit 150 nouveaux à Bességes.

Dans le premier atelier, on carbonise annuellement, en différentes qualités de houille, 80,000 tonnes, qui ont produit moyennement, en chiffres ronds :

Gros coke	52.000	tonnes.
Petit coke	3.500	—
Graphite	30	—
Ensemble	55.530	tonnes.

Soit, pour 100 de houille.. 69,40
rendement supérieur de 1/6 à celui qui était primitivement obtenu dans le même atelier avec l'ancienne méthode.

On recueille en outre : Goudron pur.................... 2,500,000 kilog.
Sels ammoniacaux livrables au commerce................ 250,000 —

Les goudrons de four n'ont pas tout à fait la même composition que ceux des cornues à gaz; ils contiennent peu de benzine et de toluène; ce dernier est en plus forte proportion que le premier. Ils donnent à la première distillation 5 p. 100 de leur poids d'essences marquant 16 à 17° Cartier, desquelles, par rectification et travail chimique, on retire 50 p. 100 environ d'essences distillant jusqu'à 150°, et qui sont vendues comme benzines à détacher nos 1, 2 et 3.

L'acide phénique se trouve en très-petite quantité dans ces goudrons, 1/2 p. 100 seulement de leur poids, à l'état pur et cristallisé; mais, par contre, on retire une forte proportion d'un homologue de cet acide, avec lequel MM. Carvès et Cie fabriquent et livrent au commerce une très-belle matière colorante jaune de leur invention, appelée safranine, dont la richesse colorante est encore plus élevée que celle de l'acide picrique, dérivé de l'acide phénique, qui revient aussi à meilleur marché et dont les nuances sont variées du jaune au rouge. Ces messieurs fabriquent également, avec les produits des goudrons de four, une seconde couleur également de leur invention, la muréine, qui donne principalement des gris divers d'une solidité extrême et très-purs. Des échantillons remarquables de ces deux nouvelles couleurs ont été exposés, ainsi que tous les autres produits du goudron de four, dans le pavillon spécial des Mines de la Loire. Comme renseignement, nous ajouterons qu'on retire des goudrons de four peu d'huiles lourdes, quoiqu'ils en contiennent au moins autant que les goudrons de gaz, parce que la Société Carvès et Cie livre aux fabriques d'agglomérés, et spécialement à la Chazotte, des brais gras, que l'on mélange avec les brais trop secs provenant de l'Angleterre.

Tous les traitements chimiques que nous avons longuement décrits sont

applicables à la distillation de ces goudrons, ainsi que les rectifications et les appareils déjà indiqués.

Le traitement des eaux ammoniacales, recueillies en même temps que le goudron, se fait également de la même manière que dans les usines à gaz, au moyen de l'appareil de M. Mallet. Les principaux sels ammoniacaux fabriqués à Saint-Étienne, sont : le sulfate qui sert à la production de l'alun, et des engrais artificiels; l'alcali pour les teintures, la droguerie, la pharmacie, et pour la fabrication de la glace par les procédés Carré. Pour cette application spéciale, qui a pris une certaine importance, on préfère de l'alcali très-chargé et qui marque 28°, l'ammoniaque ordinaire ne marquant que 22°. Enfin, MM. Carvès et Cie produisent plusieurs autres sels ammoniacaux.

Vu l'importance exceptionnelle de cette invention moderne et toute française, nous ne pouvons résister au désir de donner un tableau complet de tous les produits commerciaux retirés de la houille, outre le coke, et qui sont complétement perdus par les anciens procédés de carbonisation.

Produits immédiats de la carbonisation de la houille par les procédés nouveaux.

	Prix actuels.	
Coke[1], 1re qualité, 3 à 4 p. 100 de cendres, les 1000 kil.	31f	»
— 2e — 6 à 7 — —	27	»
— 3e — 12 à 14 — —	21	»
Graphite.	50	»
Brai sec et brai gras, au lieu de 90 fr. que coûte le brai anglais, mettons seulement.	70	»
Benzine à aniline, les 100 kil.	120	»
Toluène à aniline —	100	»
Benzine, 1er qualité, à détacher, distillant de 110 à 120° centigrades les 100 kil.	110	»
Benzine, 2e qualité, distillant jusqu'à 150°.	90	»
Benzine, 3e — — 160°.	50	»
Acide phénique cristallisé, les 100 kil.	300	»
Huiles lourdes, dites créosotées, —	8	»
Naphtaline brute, les 100 kil.	10	»
Ammoniaque ambrée, à 22°.	40	»
— rectifiée, à 22°.	50	»
— à 28° pour la fabrication de la glace.	90	»
Sulfate d'ammoniaque pour l'agriculture.	32	50
— pour l'industrie.	35	»
Chlorhydrate d'ammoniaque brut.	70	»
— blanc.	100	»
— sublimé blanc.	200	»
Carbonate d'ammoniaque liquide.	50	»
— amorphe.	100	»
— cristallisé.	200	»
Safranine fabriquée avec l'homologue de l'acide phénique, le kilogram.	8	»

L'exposition de MM. Carvès et Cie renferme de beaux échantillons de tous ces produits.

1. Seuls produits de l'ancienne carbonisation, avec cette différence essentielle que l'ancien procédé donne. . . . . 58 pour 100 de houille.

Le nouveau près de. . . . . 70 —

Comparaison de l'ancien et du nouveau procédé de carbonisation de la houille.

1000 kil. de houille produisent :

Ancien procédé de carbonisation coke	580 kil.
Nouveau procédé de carbonisation coke	690 —
Brai	30 —
Essences diverses, benzine, etc.	$1^{k}.3$
Sels ammoniacaux	3 —

Pour montrer l'importance de ces résultats, appliquons ces chiffres à la production seulement de la France, qui carbonise, d'après des renseignements exacts, 3,500,000 tonnes de houille, nous aurons, en chiffres ronds :

Ancien procédé.	Produits.
3.500.000 tonnes houille distillée coke	$2.000.000^{t}$.
Nouveau procédé.	
3.500.000 tonnes houille distillée coke	$2.400.000^{t}$.
— — brai	$105.000.000^{k}$.
— — essences diverses	$4.550\ 000^{k}$.
— — sels ammoniacaux	$10.500.000^{k}$.

Ces chiffres éloquents nous dispensent de tout commentaire.

On pourra objecter, ce qui peut être vrai, que toutes les houilles ne se prêtent pas également à la carbonisation en vase clos; mais nous répondons que si l'industrie française pouvait s'approvisionner de brai au prix régulier de 70 fr. la tonne, au lieu de la payer 90 fr., ces houilles réfractaires trouveraient un très-facile écoulement dans la fabrication des agglomérés, combustible de plus en plus recherché par la marine et les chemins de fer.

Nous avions donc raison de dire, en commençant cet article, que la transformation de l'ancien procédé de carbonisation est devenue une nécessité industrielle.

Et nos lecteurs ne seront plus étonnés que MM. Carvès et C[ie], dans leur note remise au jury, évaluent à plus de 33 millions de francs la perte annuelle qui résulte pour la France de l'état actuel de l'industrie du coke.

Ayant décrit les deux principales sources du goudron, nous dirons quelques mots des résidus analogues que l'on retire des différentes fabrications; ce sont :

1° Le goudron de bois, provenant de la carbonisation des pins maritimes; ce produit a une trop grande valeur commerciale et trouve des débouchés trop précieux dans la marine, pour qu'il soit utile d'y chercher les produits dont nous avons parlé ;

2° Le goudron de bois provenant de la carbonisation du chêne destiné à la fabrication de l'acide pyroligneux, de l'acide acétique pur et des acétates ; on y retrouverait certainement de la créosote, des essences analogues aux benzines, de la naphtaline, des brais en grande proportion ; mais la production de ces goudrons est relativement peu de chose et n'a pas d'intérêt ;

3° Le goudron, résidu de la fabrication des huiles de schistes, huiles de boghead, huiles minérales d'Amérique et autres, est beaucoup plus abondant. Ces goudrons ne contiennent que très-peu de produits propres à la fabrication

des couleurs; mais bien des essences volatiles analogues aux benzines à détacher, et ils donnent surtout d'excellents brais préférables aux brais de houille pour la fabrcation des asphaltes factices. D'après leur origine, ces brais se rapprochent plus en effet des asphaltes naturels;

4° Le goudron provenant de la distillation en vase clos de la tourbe, pour la production du charbon de tourbe. Ces goudrons, peu abondants encore, pourraient le devenir un jour lorsqu'on exploitera convenablement les immenses tourbières qui existent dans plusieurs pays. Ils sont tout à fait analogues aux goudrons des huiles de schiste, et leur brai donne aussi un excellent asphalte dont la valeur est presque égale à ceux des asphaltes naturels.

Dans ces goudrons comme dans ceux des huiles minérales, la naphtaline que contient en si grande abondance le goudron de houille, est remplacée par un corps gras, la paraffine, dont on fait de fort belles bougies transparentes, comme celle du blanc de baleine.

La parafine étant volatile à 390°, on l'obtient à l'état de pureté :

a en distillant les goudrons de tourbe;

b En traitant énergiquement les produits distillés, par l'acide sulfurique d'abord, puis par la soude caustique et des lavages;

c En rectifiant de nouveau; les premiers produits contiennent des huiles liquides paraffinées, propres à l'éclairage et au graissage; les derniers, une beaucoup plus forte proportion de paraffine, qui cristallise facilement en hiver et même dans des caves très-fraîches.

On égoutte ces paraffines, puis on les presse à diverses reprises, comme cela a lieu pour la fabrication de l'acide stéarique. On obtient, par une dernière pression à chaud, des pains d'une grande blancheur et translucides, qui servent à fabriquer la bougie. Malheureusement cette bougie a l'inconvénient de couler facilement, la paraffine fondant à 45°.

Ce que nous venons de dire des produits de la tourbe s'applique parfaitement aux huiles minérales de schiste et de boghead.

MM. Coignet et Maréchal, qui ont une très-belle exposition, s'occupent avec succès de cette extraction, qui peut devenir très-importante par suite de la découverte de nombreuses sources d'huiles en Amérique et en Europe.

5° Enfin, pour ne rien oublier dans cette énumération des sources de goudrons, nous mentionnerons encore ceux qui proviennent de la distillation des substances animales; ces goudrons renferment des corps spéciaux, de l'eupionne, par exemple. Au point de vue qui nous occupe, ils ont encore été peu étudiés, et, dans tous les cas, comme quantité, leur importance ne sera jamais considérable.

Si cependant l'industrie parvenait à en retirer des matières propres à la fabrication des couleurs qui sont si brillamment représentées à l'Exposition, leur production pourrait être considérablement augmentée par la distillation, en vase clos, des os qui servent à la fabrication du noir animal, avec recueillement des produits que l'on brûle par les procédés actuels.

Nous avons terminé notre tâche en ce qui concerne l'étude des goudrons et des produits immédiats que l'on est parvenu à en retirer, et nous sommes persuadé que nos lecteurs, après avoir parcouru notre travail, seront de notre avis qu'il est peu d'industries représentées à l'Exposition dont les progrès, en peu d'années, aient été aussi considérables que ceux que nous avons signalés.

C. KNAB.

XXI

LES

APPAREILS MÉTÉOROLOGIQUES ENREGISTREURS

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE.

Par **M. A.-F. POURIAU**,

Docteur ès sciences, Sous-Directeur et Professeur à l'École impériale d'agriculture de Griguon.

(Pl. LXV.)

II[1]

II. — ÉTATS PONTIFICAUX.

Météorographe du R. P. Secchi, directeur de l'Observatoire du Collége romain, à Rome.

La machine météorographique exposée par le R. P. Secchi a pour objet d'enregistrer les principaux phénomènes météorologiques relatifs à la pression atmosphérique, la direction et la vitesse du vent, la pluie, l'humidité et la température.

Cet enregistrement se fait automatiquement et d'une manière continue par des crayons qui tracent des traits non plus sur un cylindre comme dans la machine précédente, mais sur des tableaux verticaux auxquels un mécanisme convenable communique un mouvement lent et uniforme.

Ce météorographe offre deux faces principales A et B représentées en élévation dans les fig. 1 et 2[2].

Première face A (fig. 1, Pl. LXV).

La première face porte un tableau destiné à l'enregistrement des phénomènes suivants :

1° La température des corps exposés à l'action directe du soleil ;
2° La vitesse et la direction du vent;
3° Les oscillations barométriques ;
4° Les heures auxquelles ont lieu les précipitations aqueuses.

Seconde face B (fig. 2, Pl. LXV).

Les phénomènes météorologiques inscrits sur le tableau de la seconde face, sont :

1° Les variations de température, dans l'air et à l'ombre, de deux thermomètres, l'un sec, l'autre humide ;
2° Les heures des précipitations aqueuses;
3° Les oscillations barométriques.

1. Voir le 4e fascicule des *Études sur l'Exposition*, page 342.

2. Par une erreur dans le dessin de la planche LXV, la figure 1 porte le n° 2, et la figure 2 porte le n° 1.

Ces deux dernières indications sont les mêmes que celles enregistrées dans le tableau précédent ; seulement, les courbes relatives à ces phenomènes sont tracées sur le tableau de cette seconde face à une échelle différente, comme nous le verrons plus loin.

Des tableaux destinés à l'enregistrement.

Ces tableaux visibles dans les fig. 1 et 2 sont des cadres verticaux sur lesquels sont tendues des feuilles de papier quadrillé ; ils sont animés tous deux d'un mouvement uniforme, mais dont la vitesse est différente pour chacun ; le premier, celui de la face A, mettant dix jours pour effectuer sa course, tandis que le second n'en met que deux.

Le mouvement de ces tableaux étant réglé par une horloge, on comprend qu'il suffit de connaître le chemin parcouru par chaque tableau dans l'espace d'une minute, par exemple, pour qu'il soit facile de rapporter chaque phénomène météorologique à l'heure exacte à laquelle il s'est produit.

Le tableau de la face A descend de 1 millim. et demi par heure, tandis que celui de la face B parcourt 5 millim. dans le même temps ; les courbes tracées sur le premier tableau sont donc beaucoup plus resserrées que celles tracées sur le second.

INSTRUMENTS ENREGISTREURS DE LA FACE ANTÉRIEURE A. (fig. 1.)

1° *Thermomètre métallique* (*fig.* 3).

La détermination de la température des corps exposés à l'action directe des rayons solaires s'effectue à l'aide d'un thermomètre métallique, composé d'un gros et long fil de cuivre tendu à l'air libre. Le fil est partagé en deux parties;

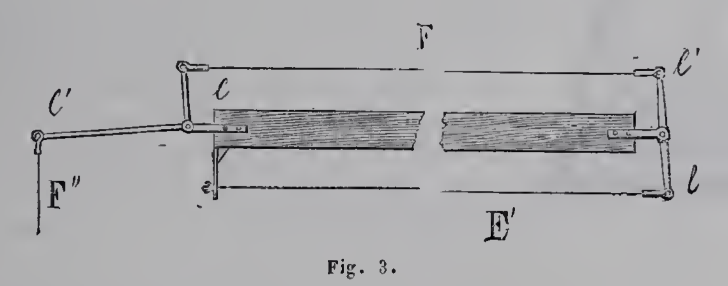


Fig. 3.

F, F', et ses dilatations ou contractions sont transmises à l'appareil enregistreur par l'intermédiaire d'un levier multiplicateur *ll'* et d'un autre fil métallique F'' qui va aboutir à un levier à fourchette destiné à imprimer à la tige *b* (fig. 1) et à son crayon *a* un mouvement *horizontal*, pendant que le tableau quadrillé exécute sa descente.

Au Palais de l'Industrie, chaque fil F, F' a huit mètres de longueur, ce qui explique pourquoi il est représenté interrompu (fig. 3). Les deux fils F, F', étant exposés, pendant le jour, à l'action directe des rayons solaires, éprouvent dans leur longueur des variations considérables qui se traduisent sur le tableau par de grandes inégalités dans la courbe de la température ; on peut en juger en jetant les yeux sur la fig. 3, Pl. LXV, à la colonne intitulée : *Termometro metallico.*

Il paraît qu'à Rome le fil de cuivre, long de 17 mètres et d'une épaisseur de 5 millim. 5, est tendu à l'ombre à 50 centim d'un mur. A l'Exposition univer-

selle, les difficultés d'installation du thermomètre métallique n'ont pas permis de placer le fil F à l'abri des rayons solaires et ont nécessité l'intervention d'un autre fil F″ très-long, et destiné à transmettre au crayon *a* les variations de longueur du premier; il en résulte que le thermomètre métallique est considéré, à Paris, comme devant indiquer la température des corps exposés au soleil. — On comprend que dans ces conditions l'installation de cet instrument laisse beaucoup à désirer, et que les changements de longueur du fil F′ doivent influer notablement sur les résultats, mais moins cependant que si le fil F′ lui-même était exposé à l'ombre comme le fil F″.

2° *Direction et vitesse du vent.*

L'indication de la direction du vent est fournie par un anémomètre enregistreur, dont les dispositions rappellent, sous beaucoup de rapports, celles adoptées par M. du Moncel [1].

Cet anémomètre se compose d'une girouette G, de forme angulaire, fixée à l'extrémité d'un arbre plus ou moins élevé A.

Dans son mouvement de rotation, cet arbre entraîne avec lui une languette *l*, qui se meut alors sur une rose des vents, composée de quatre secteurs métalliques garnis de platine, isolés les uns des autres et correspondant aux quatre points cardinaux.

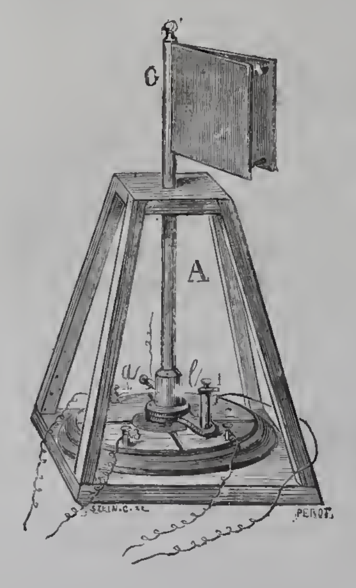


Fig. 4.

Comme dans l'appareil décrit dans notre premier article, chacun des secteurs 1, 2, 3, 4 est mis en communication avec un électro-aimant E (fig. 1), tandis que l'autre fil de la pile vient aboutir à l'arbre de la girouette en *a* (fig. 4).

Il en résulte que, suivant la direction de la girouette ou la position de la languette *l* sur la rose, l'un des quatre électro-aimants fait osciller l'une des tiges L, dont le crayon O inscrit alors le vent correspondant. Cet enregistrement se traduit par des lignes horizontales et parallèles que le crayon trace d'un mouvement rectiligne alternatif tant que le vent souffle dans la même direction. (Voir fig. 1 et 3, Pl. LXV.)

Le courant qui passe par les électro-aimants est alternativement interrompu et rétabli par un mécanisme analogue à celui de la fig. 5 (1er article); seulement, au lieu d'une

1. Le premier article que nous avons publié (dans le 4e fascicule) sur les instruments météorologiques enregistreurs, n'a pas satisfait M. du Moncel qui nous reproche de ne pas avoir signalé la part qui lui revient dans l'invention des anémométrographes électriques. Quelques lignes explicatives suffiront, je l'espère, pour démontrer à M. du Moncel que sa réclamation est loin d'être fondée.

En effet, le titre même du travail que je publie dans ces Études : *Les appareils météorologiques enregistreurs à l'Exposition universelle* indique suffisamment que je n'ai en vue que la description des instruments de ce genre qui figurent à l'Exposition.

Or, après avoir examiné les divers météorographes exposés, j'avais retrouvé les principes des appareils imaginés par M. du Moncel, non pas dans l'anémométrographe précédemment décrit, mais dans celui qui fait partie de la grande machine du P. Secchi, et je me propo-

lame élastique c'est un ressort à boudin, placé au-dessous de la tablette servant de support à chacun des électro-aimants, qui ramène la tige L dans sa position verticale, lorsque le courant est interrompu.

Enregistration des vents intermédiaires.

On comprend que l'enregistration des vents intermédiaires pourrait s'obtenir très-facilement à l'aide d'une languette bifurquée, semblable à celle qui figure dans l'appareil précédemment décrit (fig. 3). Quand cette languette se trouverait à cheval sur la ligne de séparation de deux secteurs contigus, le courant circulerait dans deux électro-aimants à la fois, deux tiges L seraient mises en mouvement simultanément, et leurs crayons traceraient au même instant une série de traits parallèles et en regard les uns des autres. Le R. P. Secchi n'a pas adopté cette disposition ; il préfère juger de la direction des vents intermédiaires qui ont pu souffler dans le cours de la journée, en suivant une méthode toute particulière que nous allons indiquer.

Quand un vent possède une direction intermédiaire, NO par exemple, ce courant d'air, dit le R. P. Secchi, ne reste pas invariablement dans la même direction pendant tout le temps qu'il souffle : il incline tantôt vers le Nord, tantôt vers l'Ouest, et souvent ces deux directions succèdent l'une à l'autre dans un temps très-court. Il en résulte que, dans ce même temps, la languette *l* passe du secteur N au secteur O ou réciproquement, et, par suite, que les crayons fixés aux leviers L correspondants tracent dans chacune de leurs colonnes respectives des traits sensiblement en regard les uns des autres et dont la presque simultanéité indique par cela même qu'à ce moment de la journée, le courant d'air a suivi une direction intermédiaire.

De plus, les traits de crayon tracés dans ces circonstances dans les colonnes du tableau mobile sont toujours plus pâles que ceux qui correspondent à une direction unique du vent ; la fig. 3, Pl. LXV, qui n'est que le *fac-simile* d'observations enregistrées à l'Observatoire romain, indique clairement le fait.

Vitesse du vent.

La vitesse du vent est donnée par un moulinet de Robinson semblable à celui que nous avons décrit dans notre premier article (quatrième fascicule, fig. 2), mais auquel on a ajouté le mécanisme suivant :

L'arbre A coupé dans la fig. 5 porte à son extrémité supérieure quatre rayons horizontaux terminés par des demi-sphères creuses en métal.

En E se trouve fixée sur cet arbre une bague *excentrique* qui, en tournant, vient rencontrer une lame flexible et métallique *l*. Quand cette lame repose sur l'axe horizontal O, le courant est fermé ; quand, au contraire, l'excentrique en tournant éloigne la lame de cet axe, le courant est interrompu. *M n* est un cylindre de verre destiné à isoler l'axe O de la partie métallique inférieure à laquelle vient aboutir l'un des électrodes de la pile.

sais de signaler cette ressemblance dans mon second article ; je le fais aujourd'hui, tout en regrettant que M. du Moncel ne m'ait pas attendu.

Je laisse à d'autres le soin de traiter la question des météorographes, au point de vue historique, mais ceux de nos lecteurs que ces détails intéressent pourront consulter avec fruit les savants articles que M. Radau publie sur ce sujet, dans le *Moniteur scientifique* et le *Bulletin de l'Académie des sciences.*

L'appareil peut être mis en communication avec 3 compteurs i, i' i'' munis chacun d'un électro-aimant H, H' H'' (fig. 1, Pl. LXV).

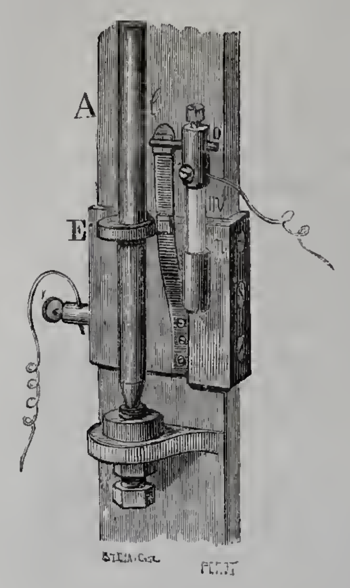


Fig. 5.

Le compteur central i' est destiné à indiquer le nombre de tours fait par le moulinet, dans un temps donné, et quelle que soit la direction du vent. A cet effet, ce compteur est en relation constante avec le courant, et comme à chaque tour du moulinet, pour une position déterminée de l'excentrique, le courant se trouve fermé, la roue à échappement du compteur avance alors d'une dent sous l'influence de ce courant.

Chaque tour du moulinet correspond à une vitesse de vent égale à 10 mètres par exemple : si la roue du compteur central a 100 dents, quand celle-ci aura fait un tour entier, ce tour correspondra à un chemin parcouru par le vent égal à 1 kilomètre.

D'autre part, lorsque cette roue du compteur central i' a fait un tour entier, l'aiguille du deuxième cadran n' de ce compteur avance d'une division, de telle sorte que ce deuxième cadran totalise les kilomètres parcourus jusqu'à concurrence de 300.

Quant aux deux autres compteurs i et i'', on peut les employer à étudier deux vents de direction quelconque, ceux, par exemple, qui soufflent le plus fréquemment dans la localité où l'on se trouve.

Enregistration de la vitesse sur le tableau mobile.

L'enregistration de la vitesse sur le tableau mobile de la figure 1 s'obtient à l'aide d'un mécanisme particulier dont nous allons donner ici un détail spécial (fig. 6) afin de rendre la description plus intelligible.

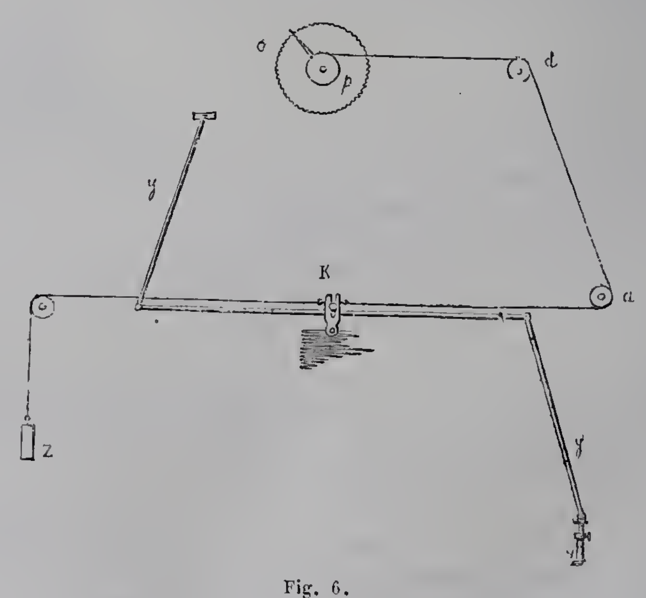


Fig. 6.

Les lettres de cette figure se trouvent reproduites dans les deux vues de face, fig. 1 et 2. (Pl. LXV.)

Sur l'arbre qui porte une des roues du compteur central i se trouve une pou-

lie p reliée par une dent o à une roue à rochet fixée également sur le même arbre. A cette poulie est attachée une chaîne qui agit, au moyen de poulies de renvoi d d, sur un crayon k, solidaire d'un parallélogramme formé par les tiges articulées y. A ce même crayon k est attaché un contre-poids z. Quand, par suite du mouvement de l'air et de la fermeture du courant, l'arbre qui porte la roue du compteur central tourne, il entraîne dans son mouvement la poulie sur la quelle s'enroule alors une longueur de chaîne proportionnelle à la vitesse de rotation de tout le système.

Par suite de cet enroulement, le crayon k trace sur le tableau quadrillé une ligne horizontale dont la longueur est en rapport avec celle de la chaîne enroulée, et ce tracé se continue ainsi pendant une heure.

Ce temps écoulé, au moment où l'heure sonne, un déclanchement interrompt la solidarité de la roue à rochet et de la poulie qui devient *folle* et alors le contre-poids z n'étant plus retenu, descend en entraînant avec lui le crayon qu'il ramène à son point de départ, c'est-à-dire sur une ligne qui sert de base à toutes les ordonnées indicatrices de la vitesse du vent pendant une heure.

Au moment où le crayon est revenu à son point de départ, la poulie cesse d'être *folle ;* le crayon recommence alors sa course dans le même sens et ainsi de suite, de telle sorte que l'on obtient 24 traits par jour dont la longueur est évidemment proportionnelle à la vitesse du vent, car plus le vent est rapide, plus la longueur de chaîne enroulée sur la poulie est considérable et plus enfin le chemin parcouru par le crayon est grand.

Indication des heures des précipitations aqueuses.

Les heures auxquelles se produisent les précipitations aqueuses sont enregistrées sur les tableaux des deux faces A et B à l'aide des dispositions suivantes :

Sur un point quelconque du bâtiment se trouve installé un pluviomètre ordinaire dont le tube inférieur vient aboutir à un apareil analogue à celui de la fig. 7 et que nous avons décrit dans notre premier article.

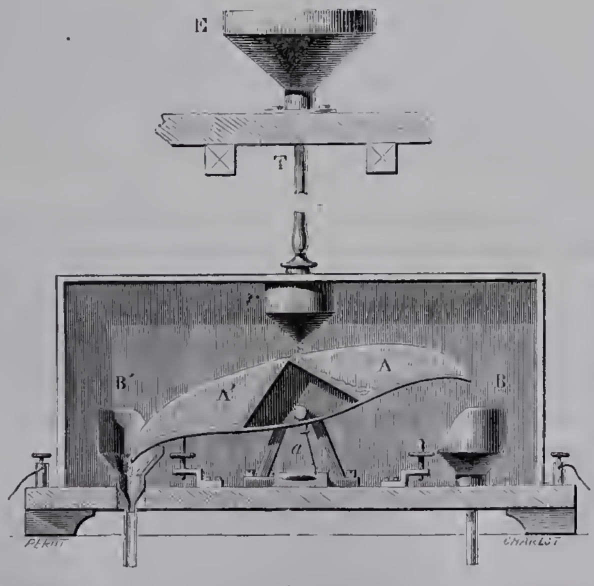


Fig. 7.

Comme nous l'avons dit précédemment, c'est le mouvement de rotation de l'auge A A' autour de son axe qui ferme le circuit et rétablit le courant toutes les fois que l'un des deux réservoirs A ou A' a reçu une quantité d'eau suffisante.

Or, chaque fois que le courant est rétabli, il passe dans la bobine de l'électro-aimant S (fig. 1); le contact est alors attiré, et avec lui la tige *u* qui communique alors un mouvement rectiligne au crayon situé à l'extrémité de la tige *t*. Aussitôt que l'aiguille *a* (fig. 7) est sortie du mercure, le courant est interrompu, le contact cesse d'être attiré par l'électro S, et le crayon revient à sa position première. Dans la fig. 2, l'électro S est destiné à jouer le même rôle.

Mesure de la quantité d'eau tombée.

A l'inverse de la marche adoptée par le P. Secchi pour l'enregistration de toutes les autres indications météorologiques, les quantités de pluie tombée ne sont pas notées sur les tableaux verticaux des figures 1 et 2, mais sur un disque spécial situé en dehors de l'appareil et à l'aide du mécanisme suivant :

La pluie recueillie est amenée à l'aide d'un tube dans un réservoir R (figures 1 et 2, Pl. LXV) placé dans le soubassement de la machine. Le niveau liquide, en s'élevant, soulève un flotteur *f* muni d'un index qui se meut le long d'une règle graduée *r*. La tige *f* du flotteur porte une chaîne qui s'enroule sur une poulie circulaire *p* garnie d'un disque en papier sur l'une de ses faces (fig. 2). Quand le flotteur s'élève, un poids (invisible dans la figure), fixé à l'extrémité de la chaîne, s'abaisse et communique à la poulie un mouvement de rotation tel que l'angle dont cette poulie tourne est proportionnel à l'élévation du niveau liquide dans le réservoir.

D'autre part, un crayon *i* (fig. 2) est disposé perpendiculairement à la surface du disque en papier qui recouvre une des faces de la poulie et il est maintenu vertical à l'aide d'une petite chaîne dont une des extrémités est attachée au tableau vertical qui descend, et l'autre à un poids *q*.

Enfin, les choses sont combinées de façon que le crayon entraîné par le tableau puisse s'avancer sur le disque de papier dans le sens d'un rayon de la roue et avec une vitesse de 5 millimètres par heure qui est celle du tableau même.

De l'ensemble de ce mécanisme, il résulte que tant qu'il ne pleut pas, le crayon avance simplement sur le disque en traçant une ligne droite, tandis que lorsqu'il pleut, par suite de la rotation du disque, ce même crayon trace un arc de cercle égal au déplacement angulaire du système et proportionnel à la quantité d'eau qui a pénétré dans le réservoir. Pour déterminer cette hauteur d'eau tombée, il suffit donc de connaître le rapport des diamètres du réservoir et de l'entonnoir du pluviomètre.

Dans l'appareil du P. Secchi la surface du réservoir est quatre fois plus petite que celle de l'entonnoir, de telle sorte que la hauteur de pluie étant quadruplée dans ce réservoir, les mouvements du flotteur et par suite ceux du disque sont rendus très-sensibles.

On ne se rend pas bien compte pourquoi le R. P. Secchi a adopté pour la pluie un appareil spécial dont les indications sont enregistrées en dehors des tableaux verticaux et mobiles. Il nous semble que c'est là un luxe inutile de mécanisme et que les traits tracés sur les 2 tableaux par les crayons des tiges *t* seraient suffisants pour permettre de calculer la hauteur d'eau tombée, absolument comme les points marqués sur la feuille de l'appareil précédemment décrit (quatrième fascicule) fournissent le moyen de le faire.

Nous avons vu, en effet, que dans l'appareil destiné à l'école de Grignon, le poids d'eau nécessaire pour faire basculer l'appareil AA′ (fig. 7) était de 40 grammes et que ce poids représentait 1 millimètre de hauteur d'eau tombée dans le pluviomètre. Il aurait donc suffi d'effectuer préalablement la même détermination avec l'appareil Secchi pour avoir ensuite le droit de considérer chaque trait

horizontal tracé par le crayon de la pluie sur un des tableaux comme correspondant à une hauteur d'eau de *tant* de millimètres tombée dans le pluviomètre.

Baromètre. (Fig. 1 et 2, Pl. LXV.)

Le baromètre qui fait partie du météorographe que nous décrivons ici, est le baromètre à balance dont la première idée due à Morland remonte à la fin du dix-septième siècle et que le R. P. Secchi a approprié à l'enregistrement mécanique.

Ce baromètre se compose d'un tube barométrique B en fer forgé et travaillé comme un canon de fusil; il porte à sa partie supérieure une chambre cylindrique, et à la partie inférieure un manchon T en bois qui plonge d'une certaine quantité dans la cuvette W remplie de mercure.

Le tube a 2 centimètres de diamètre, la chambre cylindrique supérieure 6 centimètres et le manchon inférieur un peu moins de 6 centimètres. Ce tube est suspendu à l'une des extrémités *l* du fléau d'une balance et un poids (invisible dans la figure) fixé à l'autre extrémité du fléau fait équilibre à une partie du poids du baromètre tandis que la poussée du mercure déplacé dans la cuvette équilibre l'autre partie.

Dans ces conditions, si la pression atmosphérique vient à augmenter, le mercure s'élève dans le tube barométrique ; celui-ci augmente alors de poids, l'équilibre est rompu et le baromètre s'enfonce dans la cuvette en entraînant avec lui le bras du fléau auquel il est suspendu, jusqu'à ce que par suite du relèvement de l'autre bras l', l'équilibre soit rétabli. Si la pression diminue, le contraire a lieu. Pour maintenir le tube dans la direction verticale pendant qu'il effectue ces oscillations, une tige l'' parallèle au bras de levier *l* de la balance, saisit le tube un peu au-dessus du manchon et le guide ainsi dans sa course.

Quant à l'enregistration des variations barométriques, elle s'effectue par l'intermédiaire d'un parallélogramme de Watt fixé à chaque extrémité prolongée de l'axe de rotation du balancier. A la base de chacun de ces parallélogrammes se trouve attaché un ressort *i* qui supporte un crayon destiné à tracer la courbe qui correspond aux divers mouvements du tube barométrique.

Le baromètre à balance ainsi construit jouit des propriétés remarquables que nous ne ferons qu'énumérer ici, nous réservant d'y revenir dans ces *Etudes* ou dans les *Annales du Génie civil* quand nous décrirons ce baromètre tel qu'il a été construit à Florence, en 1859, par le professeur Philippe Cecchi sur la demande du marquis Cosimo Ridolfi, alors ministre de l'instruction publique en Toscane.

L'addition du manchon T à la partie inférieure du tube barométrique communique au baromètre à balance les propriétés suivantes :

1° Le niveau du mercure dans la cuvette est invariable, quelque variables que soient d'ailleurs la pression atmosphérique et l'immersion du tube ;

2° Il permet la multiplication des variations barométriques autant qu'on le désire, car pour cela il suffit de faire varier la différence des diamètres du manchon et de la chambre barométrique ; plus cette différence est petite, plus la multiplication est grande.

Ces diverses propriétés du baromètre à balance ont été démontrées analytiquement par divers physiciens, le professeur J. Antonelli à Florence, le professeur Tito Armellini à Rome, et d'une manière plus complète encore par M. P. Radau, professeur à Paris.

Instruments enregistreurs de la face postérieure B. (Fig. 2, Pl. LXV.)

Nous avons dit que le tableau de la seconde face était destiné à l'enregistration des phénomènes suivants :

1° Les variations de température dans l'air et à l'ombre de deux thermomètres, l'un sec, l'autre humide;

2° Les heures des précipitations aqueuses;

3° Les oscillations barométriques;

Et que ce tableau, parcourant 5 millimètres par heure, les courbes tracées sur sa surface étaient moins resserrées que les précédentes.

Nous allons étudier d'une manière toute spéciale, dans cette seconde partie, le mécanisme à l'aide duquel s'effectue l'enregistration des variations de la température, le mode d'inscription des autres phénomènes ayant déjà été examiné dans la première partie.

1° *Variations de la température.*

Le mécanisme à l'aide duquel s'effectue l'enregistration des variations de la température à l'ombre se compose des différentes pièces visibles dans les fig. 1 et 2, mais que nous réunirons dans une seule figure 8, afin de rendre leur solidarité plus facile à saisir.

1° *Un levier triangulaire* YY' (fig. 1 et 2), dont l'axe de rotation est en *e*. La petite branche *e*Y' est reliée à la pièce *g* par une tige horizontale *x*. Sur la grande branche de ce même levier triangulaire en *n*, se trouve fixée l'extrémité d'un fil d'acier qui, après s'être enroulé sur la gorge d'une poulie N, va s'attacher à un châssis rectangulaire, représenté à une plus grande échelle (fig. 9).

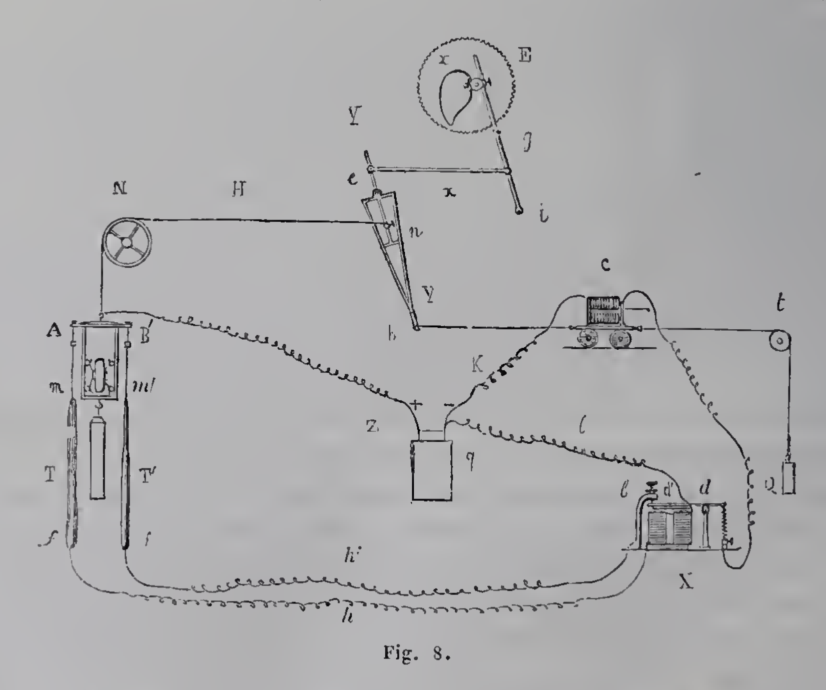


Fig. 8.

L'extrémité inférieure *h* de ce même levier triangulaire est mise en communication avec un petit chariot *c* à l'aide d'une tige horizontale et rigide.

Quant à la pièce *g* dont nous avons parlé plus haut, elle peut tourner autour de son extrémité inférieure *i* comme centre, et c'est un excentrique *x* placé sur

l'arbre d'une roue E de l'horloge qui détermine le déplacement angulaire dudit levier *g*. Quand le levier *g* est ainsi repoussé par l'excentrique, la petite branche du grand levier triangulaire participe à ce mouvement dans le même sens, tandis que la grande branche s'avance en sens opposé; le fil métallique H tend donc à laisser descendre tout le système suspendu à son extrémité inférieure.

2° *Un petit chariot* C (fig. 8), dont une extrémité est reliée à la partie inférieure du grand levier triangulaire Y, et dont l'autre extrémité tend à être tirée en sens inverse par le poids Q suspendu à un fil qui passe sur la poulie *t*.

Ce chariot porte un électro-aimant à l'armature duquel est fixée une tige terminée par un crayon *a* qui vient s'appuyer sur le papier quadrillé du tableau quand l'électro attire à lui ladite armature. Ce chariot peut exécuter sur les rails qui supportent ses roues un mouvement rectiligne alternatif de droite à gauche ou de gauche à droite, suivant qu'il est tiré par le levier triangulaire Y, ou qu'il est entraîné par le poids Q.

3° *Un psychromètre et ses accessoires* (fig. 9). Les variations de température dans l'air et à l'ombre sont obtenues à l'aide d'un psychromètre, c'est-à-dire par les indications simultanées d'un thermomètre sec T′ et d'un thermomètre T maintenu humide à l'aide d'une mousseline qui l'entoure et sur laquelle le conduit *o* laisse tomber continuellement de l'eau goutte à goutte.

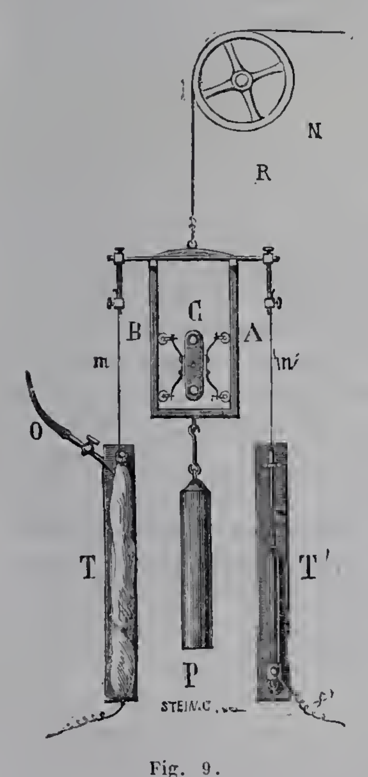


Fig. 9.

Ces deux thermomètres sont ouverts à la partie supérieure, et à leur extrémité inférieure est soudé un fil de platine qui met le mercure du réservoir en communication avec le courant électrique.

Le châssis A B suspendu à l'extrémité du fil métallique H peut se mouvoir verticalement de haut en bas et de bas en haut, en glissant le long de petits galets qui font partie de la pièce C fixée au mur. En outre, ce châssis porte deux fils de platine *mm′* qui entrent dans les tubes capillaires des thermomètres, et peuvent pénétrer jusque dans la colonne de mercure lorsque l'appareil exécute son mouvement de descente.

4° *Un relais translateur* (figures 2 et 8). Ce relais translateur X est destiné à interrompre instantanément le courant qui passe par l'électro-aimant du chariot C, et à prolonger cette interruption pendant tout le temps que le courant passe dans l'électro-aimant du translateur lui-même. Nous verrons plus loin comment on obtient cette interruption.

Jeu de l'appareil.

Tous les quarts d'heure, au moment où le timbre de l'horloge frappe un coup, on voit le chariot C se mettre en marche, tiré par le levier triangulaire YY′, et entraîner avec lui le poids Q qui remonte. Le crayon *a* s'avance horizontalement, d'abord sans laisser de trace sur le papier, puis tout à coup il frappe sur ce papier, trace un point et ensuite une ligne continue plus ou moins longue; il quitte bientôt le papier, s'avance encore pendant quelques instants dans le même sens, et enfin s'arrête.

Aussitôt le poids Q se met à descendre, entraîne le chariot et le crayon en sens inverse; ce dernier frappe alors une seconde fois sur le papier, repasse sur la ligne qui vient d'être tracée, quitte le papier, et revient à son point de départ.

Pour se rendre facilement compte des causes qui déterminent les mouvements que nous venons de passer en revue, il suffit de jeter les yeux sur la figure 8, qui résume le mécanisme dont nous avons étudié chaque partie en détail; les développements qui vont suivre se comprendront alors sans difficulté.

Tous les quarts d'heure, la roue solidaire de l'horloge qui porte l'excentrique fait un tour entier, et c'est cette rotation qui détermine les divers mouvements de tout le système. En effet, au moment où le timbre résonne, l'excentrique commence à écarter le levier g, qui tire à lui la petite branche du levier YY′, pendant que la grande branche met en mouvement le chariot C et l'entraîne dans la direction opposée. Mais en même temps le système soutenu par le fil métallique H descend avec ses deux fils de platine mm'. Le mercure du thermomètre sec étant toujours plus haut dans le tube capillaire que celui du thermomètre humide, le fil m' plonge le premier dans le métal. Le circuit (ZB′$f'bd$Ck) dont ce thermomètre sec fait partie se trouve alors fermé, et le courant passe dans l'électro-aimant du chariot C; c'est à ce moment précis que, par suite de l'attraction exercée sur le contact de cet électro, le crayon trace un *point* sur le papier quadrillé.

Le cadre AB continuant à descendre, le fil de platine m' s'enfonce dans le mercure; le courant continue à passer dans l'électro C, et le crayon entraîné par le chariot trace une ligne non interrompue. Mais, par suite de ce mouvement de descente du cadre AB, il arrive un moment où le fil m touche le mercure du thermomètre mouillé T, et à cet instant le circuit (ZAT$fhlq$) propre à ce second thermomètre et plus court que le précédent, se trouvant fermé (nous verrons plus loin comment), le courant passe par le relai translateur, ce qui interrompt le courant dans l'électro du chariot. Le crayon quitte alors le papier et cesse immédiatement de tracer.

Enfin la roue qui porte l'excentrique ayant fait son tour et la petite branche du levier triangulaire n'étant plus tirée, le chariot s'arrête; mais alors le poids Q commence à descendre et à entraîner en sens inverse ce chariot, son crayon, ainsi que tout le reste du système. Les fils de platine tendent donc à sortir du mercure des thermomètres, et c'est évidemment le fil de platine m, celui du thermomètre mouillé T, qui émerge le premier.

A ce moment, le circuit propre à ce thermomètre T est rouvert, le courant qui passait par le translateur est interrompu, tandis que celui de l'électro-aimant du chariot est rétabli; il en résulte une nouvelle attraction du contact qui fait tracer au crayon un *second point*, de telle sorte que la ligne horizontale se trouve ainsi limitée.

Le poids continuant à descendre, le crayon trace une seconde ligne qui se confond avec la première; puis, au moment où le fil m émerge du mercure du thermomètre sec, le crayon quitte brusquement le papier par suite de l'interruption du courant dans l'électro du chariot, et il ne fait plus que s'avancer horizontalement, jusqu'à ce que le poids Q ait ramené le chariot à sa position première, où il reste au repos pendant un nouveau quart d'heure, après lequel les phénomènes se reproduisent identiques et dans le même ordre.

Il résulte de ce double mouvement du chariot que la longueur des lignes telles que cd, tracées ainsi tous les quarts d'heure, indique la différence du niveau des deux thermomètres, et que les courbes qui passent par chaque série

de points représentent la marche du thermomètre sec et celle du thermomètre mouillé. (Voir fig. 3, Pl. LXV.)

On comprend qu'à l'aide de ces indications il soit facile d'en déduire le degré hygrométrique de l'air, en se servant de la formule de M. Régnault :

$$x = f - \frac{0,429\,(t - t')}{610 - t'} h$$

dans laquelle on a :

t, température de l'air ambiant donnée par le thermomètre sec;

t', température indiquée par le thermomètre mouillé;

f', force élastique de la vapeur d'eau à saturation pour la température t'

h, la hauteur du baromètre;

x, la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air au moment de l'expérience.

Pour obtenir la fraction de saturation ou l'humidité relative, il faut diviser x par F, pression de la vapeur d'eau à saturation, à la température t, donnée par le thermomètre sec, ce qui donne la formule :

$$y = \frac{x}{F}$$

y représentant la fraction de saturation ou le degré hygrométrique.

De l'interruption du courant par le translateur.

Quant à l'interruption du courant dans l'électro-aimant du chariot à l'aide du relai translateur, la figure 8 permet de s'en rendre compte facilement. En effet, tant que le circuit, dont le thermomètre humide T fait partie, reste ouvert, le courant qui se rend à l'électro-aimant du chariot passe par le circuit métallique *bd'd* du relai translateur; quand, au contraire, le circuit du thermomètre humide vient à être fermé, le courant passe par l'électro du relai : la pièce de contact *dd'* est alors attirée, le circuit métallique *bdd'* est interrompu, et le courant circule dans le nouveau circuit sans passer par l'électro du chariot.

2° *Indication des heures des précipitations aqueuses.*

Tout ce que nous avons dit à ce sujet, page 317, est applicable ici; nous n'y reviendrons donc pas.

3° *Indication des oscillations barométriques.*

Nous avons dit en commençant que les courbes barométriques étaient dessinées sur les deux tableaux à la fois; seulement, le second tableau parcourant 5 millimètres par heure, au lieu de $1^{mm},5$ parcouru par le premier, il en résulte que les oscillations du baromètre se trouvent dessinées à une plus grande échelle sur cette seconde face. On peut en juger en comparant les deux tableaux de la figure 3, Pl. LXV.

Feuilles d'enregistrement. (Fig. 3, Pl. LXV.)

Comme nous l'avons fait pour l'appareil météorographique précédemment décrit, nous donnons ici, à une échelle réduite, un spécimen des courbes tracées sur les feuilles d'enregistrement de la machine du R. P. Secchi.

N° 1. *Feuille du tableau de la face* A.

TERMOMETRO METALLICO..	Courbe indiquant les variations de la température du fil de cuivre exposé au soleil.
VELOCITA DEL VENTO.....	Ordonnées, dont la longueur est proportionnelle à la vitesse du vent pendant une heure.
BAROMETRO............	Courbe des oscillations barométriques.
POGGIA................	Heure des précipitations aqueuses.
N. S. E. O	Direction du vent pendant la journée.

N° 2. *Feuille du tableau de la face* B.

PSICROMETRO	Courbes des variations de la température du thermomètre sec et du thermomètre humide. AB therm. sec; FE therm. humide.
BAROMETRO............	Courbe des oscillations barométriques.
POGGIA................	Heure des précipitations aqueuses.

Des piles.

Les piles qui fournissent au météorographe du R. P. Secchi l'électricité nécessaire sont des piles de Daniell notablement modifiées; nous reproduisons ici la description que M. du Moncel en a faite dans le cinquième fascicule de ces *Études*, page 405.

« Dans cette pile le sulfate de cuivre occupe le fond du vase, et l'électrode positif est terminé inférieurement par un cylindre de cuivre déchiqueté en larges dents; une rondelle de flanelle est posée sur cette couche de sulfate et supporte une couche de sable, puis vient le cylindre de zinc, appuyé lui-même sur cette couche de sable et entouré de sable et de liquide jusqu'à la partie supérieure du vase. »

D'après le R. P. Secchi, cette pile peut rester chargée pendant plus de six mois, sans qu'on ait autre chose à faire que d'y ajouter quelques gouttes d'eau, quand e niveau de la solution est descendu trop bas.

Tel est dans son ensemble l'appareil météorographique exposé par le R. P. Secchi et qui a valu au savant directeur de l'Observatoire du collége romain une grande médaille d'or.

Les divers instruments qui composent cette machine ne sont pas tous, il est vrai, de l'invention du R. P. Secchi, qui, comme l'indique M. Radau dans ses études physiques sur l'Exposition universelle, s'est beaucoup inspiré des travaux de ses devanciers. Mais, si le thermomètre métallique a été imaginé par Kreil, le baromètre à balance par Samuel Morland, l'anémométrographe par M. du Moncel et d'autres, le thermographe par Wheatstone, etc., on ne saurait se refuser à reconnaître, d'autre part, que le R. P. Secchi a su tirer un excellent parti des données précédemment acquises à la science, et que cet appareil est une machine vraiment très-ingénieuse dans laquelle les divers enregistreurs sont admirablement combinés de manière que toutes les enregistrations puissent s'effectuer simultanément sur deux tableaux.

Nous avons suivi la marche de cet instrument depuis l'ouverture de l'Exposition, et nous avons constaté qu'à partir du commencement de juin, époque à laquelle il a été possible de surmonter toutes les difficultés d'installation, la machine n'a cessé de fonctionner régulièrement.

Les courbes tracées sur les deux tableaux mobiles, et dont nous avons donné un spécimen fig. 3, pl. LXV, parlent parfaitement aux yeux et permettent d'embrasser rapidement les divers phénomènes météorologiques de la journée et de les comparer entre eux.

Le 2 septembre 1867, le R. P. Secchi, en mettant sous les yeux de l'Académie quelques tableaux de courbes fournies par son météorographe, disait :

« La sensibilité de l'appareil et sa précision sont de nature à pouvoir être appréciées par l'Académie. La double période diurne du baromètre y est très-bien constaté dans les belles journées, et cette même période se trouve toujours manifestée, même pendant les plus grandes vagues qui se propagent à travers l'Europe et pendant les bourrasques.

« Il permet encore de constater la période diurne du vent qui, à Paris, est essentiellement différente de celle de Rome. La proximité de la mer, à Rome, donne naissance à une double période, pendant qu'à Paris, qui est plus avancé dans le continent, on a une période simple. Cette période se manifeste encore dans les jours de bourrasques et de renforcement des vents soutenus; son maximum est dans l'après-midi, de deux à trois heures, le minimum vient un peu après minuit.

« De plus, la sensibilité du barographe a mis en évidence un fait qui avait échappé jusqu'ici aux météorologistes, je veux dire les courtes variations de pression atmosphérique qui accompagnent les averses de pluies : elles sont dues sans doute au refroidissement rapide produit dans une région limitée par les orages et les chûtes soudaines de pluies.

« Enfin, je ferai observer que le lien de tous les phénomènes météorologiques apparaît si clairement dans les feuilles obtenues avec mon météographe, qu'il suffit d'en connaître un d'une manière parfaite pour deviner tous les autres. »

Les lignes qui précèdent démontrent que ce sont les appareils enregistreurs, du genre de ceux décrits dans ces deux premiers articles, qui sont appelés à faire avancer la météorologie dans la voie du progrès; les meilleurs sont évidemment ceux propres à fournir des indications automatiques et continues tout à la fois, mais malheureusement ces instruments sont actuellement d'un prix si élevé, que les observatoires de premier ordre peuvent seuls y atteindre.

Faisons donc des vœux pour que les grands établissements scientifiques dans lesquels on étudie les problèmes encore si obscurs de la météorologie soient dotés de semblables appareils, car ce n'est qu'à l'aide d'observations faites sans interruption, nuit et jour, par des machines, que l'on peut espérer arriver à la connaissance des grandes lois qui régissent les météores.

Dans un troisième article, nous continuerons l'examen des appareils enregistreurs qui figurent à l'Exposition universelle.

A. Pouriau.

XXXIII

L'IMPRIMERIE ET LES LIVRES

PAR M. **AUGUSTE JEUNESSE**,
Secrétaire de la rédaction des *Annales du Génie civil*.

I

L'imprimerie est à l'esprit ce que l'agriculture est au corps. Si, comme l'a démontré Olivier de Serres, l'agriculture est la mère nourricière des nations, c'est par l'imprimerie, comme l'a dit Chénier, que l'esprit humain, rompant les fers qui l'avaient enlacé jusqu'alors, s'élança dans la carrière et sema sa route de prodiges. Cette pensée est tellement vraie que M. Ambroise Firmin Didot, dans son rapport sur la première Exposition universelle (1851), fait remarquer que c'est cet art seul, complément de la parole et l'instrument le plus puissant de la civilisation du monde, qui a rendu possible la pensée de ces grandes solennités internationales. « C'est par l'imprimerie, — dit le descendant de cette illustre famille de typographes, justement placée au rang des Alde et des Estienne, — c'est par l'imprimerie que les peuples se sont communiqué leurs pensées et leurs sentiments, et ont reçu une vie commune. Sans ce lien merveilleux, livrés à l'ignorance et aux préjugés qui entretiennent les guerres nationales, ils n'auraient *jamais* offert l'admirable spectacle d'une concorde universelle et d'une généreuse émulation. »

Dans une Exposition universelle bien organisée, l'agriculture et l'imprimerie devraient donc être placées au premier rang : les produits de l'industrie qui nourrit les nations, les chefs-d'œuvre de l'art « dont l'invention semble être plus divine qu'humaine, » comme l'avait proclamé Louis XII [1], auraient donc le droit d'occuper les places d'honneur..... Serait-ce là le motif qui a engagé la commission impériale à reléguer l'exposition agricole dans l'île de Billancourt, et à enfouir les produits de l'imprimerie dans deux couloirs étroits, que des murs, soigneusement exhaussés, cachent aux yeux des visiteurs ?

Quoi qu'il en soit, à l'aide du plan publié par les *Études sur l'Exposition*, nous sommes parvenu à découvrir les deux arcs de cercle concédés à l'art typographique, dans le quart français, bien qu'un moment nous eussions été porté à croire que l'imprimerie de la France n'était représentée que par les livres de MM. Hachette et de M. Mame, éditeurs d'une haute intelligence, qui ont eu l'art de se faire octroyer une place à part, où, éloignés de leurs confrères, ils brillent de tout leur éclat et sont parfaitement en vue du public.

Avant d'examiner les produits exposés, nous devons, pour nous conformer au plan adopté pour les *Études sur l'Exposition*, jeter un regard rétrospectif sur les

1 Le 9 avril 1513, « en considération du grand bien qui est advenu en son royaume, au moyen de l'art et science de l'imprimerie, *invention qui semble estre plus divine qu'humaine*, » Louis XII exempta le corps de l'imprimerie et de la librairie d'un impôt de 30,000 livres.

origines de l'imprimerie et sur les perfectionnements successifs qui y ont été apportés jusqu'à ce jour.

L'art de l'imprimerie a-t-il été connu des Chinois treize siècles avant l'ère chrétienne? Il serait téméraire de l'affirmer. Cependant le P. Duhalde cite le passage suivant, qu'un ancien auteur chinois dit avoir été écrit par un célèbre empereur qui vivait 1120 ans avant Jésus-Christ :

« Et de même que la pierre *me* (mot signifiant l'encre en chinois), qui noircit les *caractères gravés*, ne peut jamais devenir blanche, de même un cœur noirci par le vice ne saurait jamais reprendre son ancienne candeur. »

Ceci prouverait seulement qu'on gravait des caractères, mais, comme le fait observer l'article Typographie de l'*Encyclopédie moderne*, le P. Duhalde ne cite aucune autorité à l'appui de son assertion. Ce qui est certain, c'est que la xylographie ou gravure sur bois, qui ne fut pratiquée en Europe que vers la fin du quatorzième siècle, l'était en Chine dès le commencement du dixième (932 de Jésus-Christ), et M. Stanislas Julien y fait même remonter à l'an 593 la pratique de la gravure sur bois pour reproduire les types et dessins. Ce qui est certain encore (et ceci est de la plus haute importance), c'est qu'un docteur chinois, qui écrivait en 1056, dit textuellement : « Après avoir imprimé sur des planches de bois gravées les livres des lois et les ouvrages historiques, un ouvrier forgeron, nommé Pi-ching, inventa une autre manière d'imprimer, au moyen de planches *composées de types mobiles.* » L'auteur décrit ensuite le procédé de Pi-ching qui, avec une pâte de terre fine et glutineuse, formait des plaques minces sur lesquelles il gravait en relief les caractères les plus usités, et chaque caractère formait un type que l'on faisait cuire au four pour le durcir. Il enduisait ensuite une table en fer d'un mastic très-fusible, composé de résine, de cire et de chaux, dans lequel il enfonçait un châssis en fer divisé intérieurement par des filets perpendiculaires [1]; puis il y rangeait les types et les serrait les uns au-dessous des autres, en sorte que le cadre rempli de ces types ainsi rassemblés formait une planche. Il approchait ensuite du feu cette planche pour faire fondre légèrement le mastic, et alors il appuyait fortement sur la surface une pièce de bois très-plane [2] pour niveler exactement les types dans le mastic. Par ce moyen, les types devenaient parfaitement égaux, et présentaient une surface assez semblable à celle d'une meule de moulin, sur laquelle *on imprimait autant d'exemplaires qu'on voulait.*

Nous ne poursuivrons pas cette citation, traduite par M. Stanislas Julien, du Mémoire du docteur Ichin-Koao; les détails qui précèdent suffisent pour prouver que l'impression par des planches composées de types mobiles était connue en Chine vers le milieu du onzième siècle. Ajoutons seulement que « lorsque l'impression d'une planche était achevée, on la chauffait de nouveau pour en faire fondre le mastic, et avec la main on faisait tomber les caractères, qui se détachaient d'eux-mêmes et *conservaient leur netteté,* » ce qui permettait de les employer de nouveau, absolument comme dans nos imprimeries on *distribue* les lettres de la composition qui a servi, pour les employer de nouveau dans une autre feuille.

L'imprimerie aurait donc *pu* être connue depuis longtemps en Europe s'il avait existé des relations avec la Chine, mais dans tous les cas elle aurait *dû* l'être dès l'année 1310, époque à laquelle parut un ouvrage écrit en persan par Rachid-ed-Din, où le procédé employé par les Chinois est clairement exposé; mais il est juste d'ajouter avec M. Didot, qu'à cette époque on ne s'occu-

1. On sait que le chinois est écrit de haut en bas.

2. Opération qu'aussi un morceau de bois, le *taquoir*, remplace dans nos imprimeries.

pait guère en Europe de lire les livres persans, ce qui permet d'affirmer que c'est bien d'une invention, et non d'une contrefaçon que le quinzième siècle a été doté par l'imprimerie, que Luther a nommée à bon droit la seconde délivrance de l'homme.

Les Égyptiens, les Grecs et les Romains n'ont pas connu l'imprimerie proprement dite, mais, comme l'ont fait remarquer plusieurs auteurs, si ces peuples n'ont pas atteint le but, il faut convenir qu'une bien faible distance les en séparait. Ils pratiquaient l'art de graver en relief des lettres dans le sens inverse, et ils les imprimaient à chaud ou à froid sur les briques, sur le pain, même sur le front des esclaves fugitifs, en sorte que ces lettres se reproduisaient dans leur sens véritable. A ce sujet, qu'il nous soit permis de rappeler, ne fût-ce qu'au point de vue anecdotique, ce que Plutarque nous rapporte d'Agésilas :

« Ce roi de Sparte, voyant ses soldats découragés, écrivit secrètement dans le creux de sa main, et *au rebours*, le mot *victoire*, puis prenant au devin le foie de la victime, il y appliqua sa main ainsi inscrite en dessous, et, la tenant appuyée le temps nécessaire, il parut plongé dans ses méditations et inquiétudes, jusqu'à ce que les traits des lettres *eussent pris* et *fussent typographiés* sur le foie. Alors le montrant à ceux qui allaient livrer bataille, il leur dit que, par cette inscription, les dieux présageaient la victoire, qu'ils remportèrent en effet. »

Voilà donc, dit M. Didot dans l'*Encyclopédie*, — et nous citons M. Didot, parce qu'il a restitué le véritable sens à ce passage de Plutarque, — voilà donc le procédé de l'impression *humide* trouvé par les Grecs et par Agésilas !

Pour les Romains, nous n'avons que quelques indices vagues sur l'emploi des types mobiles. Il a été dit qu'on a retrouvé dans les ruines d'Herculanum des billets d'invitation imprimés avec des signes ou des caractères mobiles, mais cette assertion a été contredite. Ce qui est plus certain, c'est que les potiers se servaient de lettres mobiles pour les inscriptions dont ils ornaient les vases, et ce qui le prouve, c'est la découverte toute récente d'une de ces inscriptions renfermant une lettre retournée, comme le serait par exemple le T dans le mot OP⊥IMUS. Quintilien et saint Jérôme nous apprennent aussi qu'on se servait de lettres mobiles pour apprendre à lire aux enfants, et enfin Pline l'ancien parle avec beaucoup d'emphase d'un procédé de multiplication de Varron,— procédé qu'il qualifie de bienfait à rendre jaloux même les dieux, — et qui permettait à cet écrivain de reproduire dans son livre les images de sept cents personnages illustres. Mais les termes dont se sert Pline sont fort obscurs, et aucun commentateur n'a pu dégager le sens vrai des nombreuses variantes que présentent les différents textes.

Au moyen âge, nous voyons reprendre l'usage des patrons découpés, dont se servent encore aujourd'hui les peintres pour les affiches sur les murailles : c'est ainsi que les empereurs d'Orient et ceux d'Occident apposaient le plus ordinairement, sur des actes, leurs seings et leurs monogrammes, et c'est par le même procédé qu'on dessinait souvent et qu'on coloriait les initiales et les autres ornements des manuscrits.

Les premières cartes à jouer (1328) furent confectionnées à l'aide de patrons découpés, et en Hollande on employa ce procédé pour imprimer des images de saints. Bientôt à ces images on ajouta un texte, et du patron à découper on passa à la gravure sur bois, la xylographie (1420), qui servait à imprimer des livres (*la Grammaire*, de Donat, *le Catholicon*), mais qui n'étaient imprimés que d'un seul côté, ce qui forçait de coller l'un sur l'autre les côtés blancs des deux feuillets, qui, réunis, semblent n'en faire qu'un.

Encore un pas, et l'imprimerie était inventée.

Mais ce pas, qui donc l'a franchi ? Est-ce Gutenberg, de Mayence ? Est-ce Lau-

rent Coster, de Harlem? Est-ce Pierre Schœffer ou Faust? Sept villes se sont disputé l'honneur d'avoir donné le jour à Homère, qui n'a peut-être jamais existé, et qui, dans tous les cas, n'a pas été l'auteur et de l'*Odyssée* et de l'*Iliade*, poëmes qui trahissent des origines différentes; dix-sept villes se disputent, encore de nos jours [1], l'honneur d'avoir été le berceau de l'imprimerie. Avons-nous le droit de nous étonner de ces incertitudes? N'est-ce pas Améric Vespuce qui a donné son nom à l'hémisphère découvert par Christophe Colomb? N'est-ce pas Daguerre qui a été récompensé, et dont le nom a été immortalisé pour la découverte de Nicéphore Niepce? Connaissons-nous le nom du véritable inventeur des navires cuirassés, de la poudre, de la machine à vapeur, du télégraphe électrique, de l'hélice, de l'aniline, et de cent autres inventions modernes? N'est-il pas vrai qu'il y a certaines époques où, pour nous servir d'une expression vulgaire, mais juste, *les germes d'une invention sont dans l'air*, et où ces germes doivent nécessairement, fatalement et simultanément éclore dans des localités différentes?

Ainsi nous avons vu que l'imprimerie était *certainement* connue en Chine dès le milieu du onzième siècle, parce que l'avancement des sciences et des arts nécessitait à cette époque ce moyen de vulgarisation dans le Céleste-Empire. Au milieu du quinzième siècle, la même nécessité se manifestait en Europe. Le moyen âge allait disparaître pour faire place à une civilisation nouvelle; l'empire d'Orient tombait en ruines, et les Grecs du Bas Empire, refoulés par l'islamisme, allaient raviver le foyer de lumières que la barbarie avait presque complétement éteint.

Il nous importe donc peu de savoir si Gutenberg a été le véritable inventeur de l'imprimerie en Europe ou s'il s'est borné à copier, en les perfectionnant, les procédés xylographiques, qu'il avait pu apprendre par Jean Faust, ou par lui-même, dans l'atelier de Coster, à Harlem. Ce qui nous intéresse, c'est que l'Europe allait être dotée du moyen de propager les connaissances acquises et de faire naître ainsi par milliers des connaissances nouvelles.

Il n'entre pas dans notre cadre de retracer les développements rapides que prit l'imprimerie, et nous renvoyons nos lecteurs au savant travail publié par M. Didot, dans l'*Encyclopédie*, et à l'*Histoire de l'Imprimerie*, par M. Paul Dupont. Ces deux auteurs ont condensé tout ce qui avait été écrit par cent auteurs avant eux, sur les origines de l'art typographique. Nous nous bornerons seulement à constater que dans l'espace de vingt années (de 1466 à 1486) il fut établi quatre-vingt six imprimeries, qu'avant 1501 le nombre des éditions diverses s'élevait au delà de treize mille, et qu'on évalue à plus de *quatre millions* le nombre des livres imprimés qui étaient déjà répandus en Europe [2]. Comme on le voit, le temps était déjà loin où l'on vendait un livre par acte authentique, comme une propriété mobilière, et où on le léguait par testament et même sous conditions [3].

1. Un mot à propos des prétentions de Strasbourg. Quelqu'un proclamait devant l'Institut de cette ville que Strasbourg était le berceau de l'imprimerie. Le savant Schaab l'interrompit en disant :

— Oui, mais c'est un berceau sans enfant.

2. Godard et Merlin, imprimeurs associés, employaient en 1538, à Paris, treize ou quatorze presses, deux cent cinquante compositeurs et pressiers, et il leur fallait par semaine 200 rames de papier.

3. Citons à ce sujet un fait curieux, On voit dans un contrat de 1393 que « Alazacie de « Blévis, dame de Romolles, femme du magnifique Boniface de Castellane, baron d'Alle- « magne, faisant son dernier testament, laisse à une jeune damoiselle, sa fille, certaine « quantité de livres où était écrit tout le corps de droit, formé et peint en belles lettres de « main, sur parchemin, l'enchargeant que, en cas qu'elle vînt à se marier, *elle eût à pren-*

Abordons maintenant ce que nous nommerons le côté technique de l'art typographique, et faisons remarquer que si des progrès immenses ont été réalisés sous le rapport de l'impression proprement dite, cet art est resté à peu près stationnaire sous le rapport de la composition, depuis l'invention de l'imprimerie. (Nous ne parlons pas de la fonderie qui fera l'objet d'une étude séparée.) Ce que l'on faisait à Mayence et à Strasbourg vers 1467, on le fait aujourd'hui de la même manière, à quatre siècles de distance. L'expérience a fait modifier les casses (boîtes dans lesquelles sont placées les lettres); les impositions (manière de placer les pages) sont devenues plus régulières et plus faciles; les moyens de serrage ont été améliorés; en un mot, il y a eu de nombreux perfectionnements de détail, mais aucun changement fondamental n'a été apporté à la manière de composer, et l'application des procédés de la mécanique à la composition est regardée — du moins en France — comme une de ces utopies dont un esprit sérieux n'a pas à s'occuper!

Nous indiquerons plus loin, et dans leur ordre chronologique, les quelques améliorations qui ont été réalisées, et nous reviendrons sur la composition mécanique; mais en attendant nous reproduirons la traduction d'un petit poëme latin de Claude-Louis Thiboust, composé par lui en 1754, poëme dans lequel l'imprimerie est décrite telle qu'elle était à cette époque. Cet opuscule était devenu fort rare lorsque M. Didot l'a réimprimé dans l'*Encyclopédie*, en faisant remarquer que les préceptes qu'il contient sont encore, pour la plupart, en usage de nos jours.

LE COMPOSITEUR [1].

..... Voyons présentement (après avoir parlé du fondeur) quel est l'office de ce compositeur, qui se tient toujours debout. J'aperçois devant lui des *casses* où toutes les lettres sont rangées par ordre dans des *cassetins*. Il imitera par leur moyen les plus rares chefs-d'œuvre de l'écriture. J'admire sa savante activité, qui tire de chaque cassetin la lettre propre à rendre ce qu'il lit sur sa *copie*. Rangées une à une sur son *composteur*, une *espace* en sépare chaque mot. Il donne à toutes ses *lignes* une égale longueur; car sans cette attention la *page* ne pourrait être *liée* et bien arrêtée dans la *galée*.

Attendez que la *planche* soit entièrement *composée*. Vous le verrez, fidèle à son art, la transporter d'abord sur un *marbre* bien uni, disposer tout avec ordre, et avec un grand soin, afin qu'à l'impression tout marque bien sur le papier. Pour cela il place ses *bois*, prend des *coins* dont il *serre* la *forme* à coups redoublés. Il la soulève ensuite pour s'assurer si rien ne remue, et s'il ne se détache point de lettres. L'essai fait, il la lève. Alors on fait une première *épreuve*. Un habile *correcteur* en marque les fautes à la marge avec la plume, et le compositeur les corrige ensuite sur sa forme, au moyen d'une *pointe* avec laquelle il enlève les lettres.

L'IMPRIMEUR.

L'imprimeur vient ensuite enlever cette forme de dessus le marbre, et l'ajuste à sa presse. C'est ici que l'on voit la force et le jeu merveilleux de la *platine*, suspendue par quatre *colonnes* d'airain. Examinez ces jumelles et tout ce qui compose la presse, les deux *tympans*, les *frisquettes*, les *cordes* ou

« *dre un homme de robe longue, docteur, jurisconsulte*, et qu'*à ces fins* elle lui laissât ce « beau et riche trésor, ces exquis et précieux volumes, *en diminution de son dot.* » (*Histoire de Provence.*)

Mentionnons encore deux autres faits.

Louis XI voulut emprunter un manuscrit arabe à la Faculté de médecine de Paris. Il ne put l'obtenir qu'après avoir, par un acte en règle, donné en gage sa vaisselle d'argent, et en outre la caution d'un de ses gentilshommes, qui se porta garant pour cent louis d'or.

Après une longue guerre, Alphonse de Naples *fit la paix* avec Médicis, parce que celui-ci *lui avait prêté un livre.*

1. Nous nous abstenons de reproduire la partie qui concerne le fondeur.

Celle qui se rapporte à l'impression a subi de grandes modifications depuis l'introduction des presses mécaniques.

vaches, la *vis de l'arbre*, la *manivelle*, le *rouleau*[1]. Pendant que l'imprimeur est occupé à tailler avec des ciseaux le *carton* de sa frisquette, son compagnon prend *deux balles* garnies de leurs laines, que recouvre un cuir cru ; il les *empreint* d'encre toutes deux, les *remue l'une sur l'autre*, pour que l'encre qu'il a prise se *distribue* également ; puis il en *touche* la forme par trois ou quatre coups appuyés avec force. La forme, immobile, n'en est point ébranlée, et conserve toute son encre, qui n'étant pas fluide, ne perd rien de ce qu'elle a reçu. On étend aussitôt sur le tympan une *feuille* de papier *moite*, où deux *pointes* qui la percent la tiennent fixe et arrêtée ; on abaisse alors ce tympan, bien garni de ses *blanchets ;* le pressier le conduit sous la platine, tire à deux fois le barreau ; à l'instant sort une feuille, copie fidèle de tous les caractères dont la forme est composée.

D'habiles écrivains rassemblés ne feraient pas en plusieurs jours ce qu'exécute la presse en moins d'une heure ; car, sans changer de manœuvre, et par une opération répétée, vous voyez trois mille feuilles, toutes semblables, sortir de dessous la presse.

Quand le nombre des feuilles que l'on doit tirer est complet, on lève la forme, et l'on ajuste à sa place celle qui en fait le *revers*, et pour que les pages se répondent et soient de *registre*, le papier que l'on veut imprimer en retiration, ou de l'autre côté, est encore arrêté et fixé en faisant rentrer les pointes dans les mêmes trous qu'elles avaient fait d'abord. L'on recommence après cela la même manœuvre.

Si l'on est curieux de savoir à quoi sert ce *baquet* dans lequel est couchée cette forme toute noircie d'encre, c'est une *lessive* que l'on prépare. L'eau qui bouillonne dans cette chaudière va être versée sur cette forme ; à l'aide de la *brosse* dont on la frottera, tous les caractères reprendront leur propreté. Retirée ensuite de l'eau, l'on *desserrera* les coins ; le compositeur lèvera les lettres par pincées qu'il *distribuera* chacune dans son *cassetin*. Quand il aura rempli les casses vides, il se remettra à son labeur. Toujours en mouvement, il n'est jamais assis.

Ce *bassin*, que vous voyez rempli d'une eau si nette et si limpide, sert à l'imprimeur pour *tremper* son papier, par plusieurs feuilles à la fois. Suffisamment humectées, il les ouvre et les *étend* les unes sur les autres jusqu'à une certaine hauteur.

Ce *poids* qui est là, suspendu par une corde, se descend sur cet *ais*, dont on couvre le papier qui a été trempé. En pesant fortement dessus, et en peu de temps, l'eau s'y imbibe partout, et le rend également mollet ; car mis à sec il ne prendrait point l'impression.

Voilà quel est notre travail et les merveilles de l'imprimerie.....

Entrez dans un atelier typographique, sauf quelques détails secondaires, tout ce qui concerne la composition se passe comme l'indique Claude-Louis Thiboust. Cependant, pour ceux de nos lecteurs qui sont peu familiarisés avec l'imprimerie, nous croyons devoir expliquer quelques termes techniques de ce petit poëme et d'autres dénominations usitées.

Le *composteur* est une coulisse de fer (fig. 1) dont le bord est relevé en équerre dans toute sa longueur. Un petit pan carré le ferme à un bout ; un arrêt mobile et à vis permet d'augmenter ou de diminuer la longueur de la place qu'occuperont les lettres devant former une ligne. La longueur adoptée pour une ligne se nomme la *justification*.

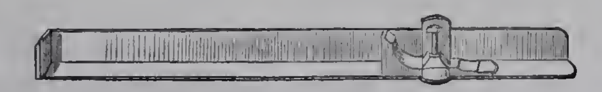


Fig. 1.

L'*espace* est une petite lame de plomb en tout semblable à une lettre dont on aurait coupé la tête. L'espace sert à former les blancs qui séparent les mots. Pour faciliter la justification, il y a des espaces d'épaisseurs différentes (grosses espaces, fines espaces). D'autres plus épaisses, destinées ordinairement à indiquer les alinéas et à remplir les bouts de ligne, ont reçu le nom de *cadratins* et de *cadrats*. — Les *lingots* tiennent la place du blanc dans les pages.

1. Il ne s'agit pas ici du rouleau servant à distribuer l'encre, mais d'un rouleau sur l'axe duquel s'enroule la corde qui fait avancer le train avec son marbre emboîté dans le coffre.

La tête de la lettre se nomme *œil;* chaque lettre est munie d'une entaille (*cran*) que le compositeur place en dessous, dans son composteur, ce qui permet d'éviter les lettres retournées.


Fig. 2.

Les lettres (fig. 2) sont de différents *corps*, c'est-à-dire ayant des grosseurs différentes, et l'*œil* est plus grand ou diminue d'après cette grosseur. Les dimensions s'évaluent en *points*, qu'on nomme points typographiques[1].

La *galée* est un carré de bois creux, ou pour mieux dire une planche rectangle, ayant un rebord en équerre, sur laquelle le compositeur dépose les lignes lorsqu'il a rempli son composteur. Il y a des galées à *coulisse* pour les pages de grand format.

De la galée les pages passent sur le *marbre*. Là elles sont entourées de *garnitures*, et on les *impose*, d'après le format adopté, dans des cadres en fer (*châssis*), en maintenant les pages séparées par des *lingots* creux, le tout comprimé par des *biseaux* en bois, serrés à l'aide de *coins*.

Chaque format (in-folio, in-quarto, in-octavo, in-douze, in-dix-huit) nécessite une imposition différente pour qu'après l'impression de la feuille les pages des deux côtés soient placées dans leur ordre naturel.

Nous nous bornerons à figurer l'imposition d'une feuille in-8°, c'est-à-dire d'une feuille des *Études sur l'Exposition*. L'imposition a lieu dans deux châssis, dont l'un contient les pages dites de *première*, l'autre celles de *seconde*, dans l'ordre suivant :

IN-OCTAVO (in-8°).

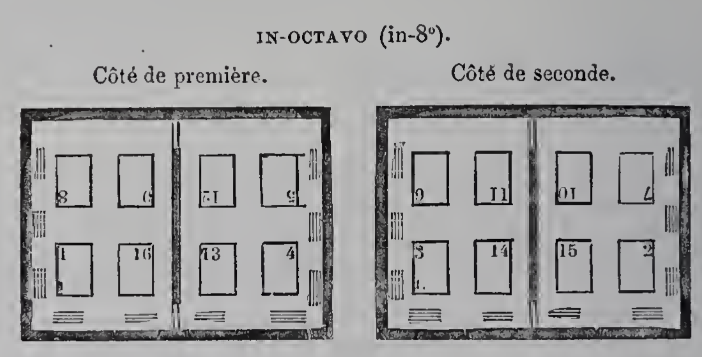


Fig. 3.

Lorsque les deux côtés seront tirés, les pages se succéderont dans l'ordre naturel de 1 à 16 par l'effet du pliage.

La *forme* est l'ensemble des pages imposées ainsi.

Avant le tirage, les feuilles doivent être lues et corrigées. Une première lecture a lieu en *paquets*, c'est-à-dire que le correcteur en *première* lit les épreuves faites sur la composition de chaque compositeur, et la purge des *doublons* (mots en double), indique les *bourdons* (mots oubliés), fait redresser les lettres retournées et marque les *coquilles*[2] (lettres mises pour d'autres).

Certains signes conventionnels ont été adoptés pour la correction des épreuves. Nous croyons faire plaisir à un grand nombre de nos lecteurs qui se trouveraient dans la nécessité de revoir leurs épreuves, en publiant le *Formulaire de la correction*, qui a déjà paru dans plusieurs ouvrages spéciaux, mais qu'il est toujours utile de reproduire. Notre figure représente un livre ouvert.

1. Nous aurons particulièrement à revenir sur cette question, avec quelques détails, dans notre article fonderie.

2. C'est par abus qu'une foule d'écrivains confondent sous le nom de *coquilles* tous les genres de fautes typographiques.

Folio verso.

Marques	Texte	Explications
/s /m /i	L'INVENTION de l'Imprimerie n'est pas aussi	*Lettres ou mots à changer.*
/croit	moderne qu'on le dit communément. A la	
e / n / n	Chine, l'*impression tabellaire* est en usage	*Lettres gâtées à changer.*
ans / de	depuis plus de 1600 ans ; les Grecs et les	
/s / g	Romains connaissaient les *sigles*, ou types	*A mettre en italique.*
/Ital.	mobiles ; et les livres *d'images*, qui parurent	
(e)	au commencement du 15e siècle, servirent de	*Supérieure à rehausser.*
/s /s	modèle aux essais tentés par Gutenberg, à	*Lettres ou mots à ajouter.*
/de /en	Mayence, / 1450, sur des planches / bois	
/ꝺ /ꝺ /ꝺ	fixes. Ces planches étant sujettes à se déjeter	*Lettres ou mots à supprimer.*
/ꝺ /ꝺ	cet homme industrieux, aidé de de Fust, qu'il	
/ɜ /ɜ /ɜ	s'associa à cet effet, imagina de les clicher en	*Lettres ou mots à retourner.*
/ɜ /ɜ	métal ; mais il fallait autant de planches qu'il	
/∽ /∽	y avait de pages à imprimer ; ce moyen lent	*Lettres ou mots à transposer.*
/⌐	et pénible, joint de corriger, à l'impossibilité	
	leur suggéra l'idée de sculpter les lettres de	*Lignes à transposer.*
	corps et de hauteur, capable de les maintenir	
transposez	encore à vaincre une grande difficulté, celle	
	de donner à ces tiges une parfaite égalité de	*Addition à remonter.*
	l'alphabet sur des tiges mobiles. Il leur restait	

Folio recto

Explications	Texte	Marques
Lignes à remanier.	sous les efforts de la presse ; ils ne purent y	
	parvenir que par des moyens irréguliers, lors-	
Blanc à jeter.	que Schœffer trouva celui de les fondre dans	///
Blanc à diminuer.	des moules, ou *matrices* ; et, par cette ingéni-	(—) /
Pour espacer.	euse découverte, donna enfin la vie à l'art ty-	# / # /
A rapprocher.	po gr a phiq ue .	⁀ / ⁀ /
Alinéa.	Abandonné aux ébauches tabellaires de	voy. copie ⊏ /
Corrections d'accents.	Guttenberg, l'art n'eût probablement pas été	û / é /
	au-delà ; et sous le rapport de la mobilité des	à / é /
Blanc à supprimer.	types, connue bien des siècles avant lui,	⁀ /
Espaces à baisser.	nous ne lui devons presque rien, car elle	× / × / × /
Ponctuation à changer.	ne lui permit de rien exécuter ; l'existence de	· / L /
Ligne à redresser.	la Typographie date donc véritablement	═
Lettres à nettoyer.	que de la connaissance de la *matrice-poinçon*,	⁀ ……
Corrections d'apostrophe.	puisque c'est par elle seule qu'on multiplie	; / ; /
Lettres basses.	mobiles et parfaitement proportionnés ; or le	i / e / n /
Lettres hautes.	mérite de cette invention est entièrement dû	× / × /
Gr et petites Capitales.	à P. Schœffer.	P / S / p. c. /
Bourdon.	à l'infini des types identiques, qu'on les rend	

Le compositeur qui corrige les épreuves, se sert d'une *petite pince*[1] pour retirer les lettres qu'il doit remplacer; c'est ici que les espaces d'épaisseurs différentes sont surtout utiles pour rétablir la justification des lignes si les lettres à placer sont plus ou moins nombreuses que celles à enlever.

Une épreuve de toute la feuille est envoyée, après correction, à l'auteur; puis il y a des lectures en *seconde*, en *tierce*, et des *révisions*, pour voir si toutes les corrections indiquées sur le *bon à tirer* ont été bien exécutées.

On ne nous accusera sans doute pas de sortir de notre sujet si nous insistons sur l'importance de la correction des ouvrages. Les grands imprimeurs des premiers siècles de l'imprimerie étaient tous des érudits distingués, et cependant ils s'entouraient, pour corriger leurs épreuves, de savants, qui ne croyaient pas déroger en employant toutes leurs facultés pour obtenir la pureté des textes. Nous citerons parmi les principaux correcteurs des premiers âges de l'imprimerie, Jean Andrea, évêque d'Aleria; Campano, évêque de Teramo; le grand Erasme, Marc Musurus, qui devint archevêque de Malvoisie; Lascaris, descendant des empereurs d'Orient, et Melanchthon, disciple de Luther; Juste Lipse, etc [2].

Aujourd'hui, les bons correcteurs qui cependant, d'après un écrivain moderne, *sont l'âme et la prospérité d'une imprimerie*, deviennent de plus en plus rares, parce que généralement on s'imagine qu'il suffit de posséder les éléments de la langue et d'avoir plus ou moins ce qu'en termes d'imprimerie on nomme *l'œil typographique*, c'est-à-dire l'habitude de découvrir les fautes, pour se croire correcteur et pour être accepté comme tel, — tandis que le véritable correcteur doit être aussi en quelque sorte une encyclopédie vivante, et qu'aucune des branches des connaissances humaines ne doit lui être étrangère

Ce n'est plus aujourd'hui qu'on pourrait publier ou, pour mieux dire, appliquer un édit royal portant :

« Se les maistres imprimeurs des livres en latin ne sont sçavans et suffisans « pour corriger les livres qu'ils imprimeront, seront tenuz avoir correcteurs « suffisans sous peine d'amende arbitraire; et seront tenuz lesdicts correcteurs « bien et soingneusement de corriger les livres, rendre leurs corrections aux « heures accoustumées d'anciennement, et en tout faire leur debvoir; *autre-« ment* seront tenuz aux *interestz et dommaiges* qui seroient encouruz par leur « *faulte* et *coulpe*. » (François Ier, 1539.)

Ce n'est plus aujourd'hui qu'on pourrait lacérer les livres n'ayant point les qualités requises, et qu'on pourrait punir les mauvais correcteurs ou les malintentionnés. A ce sujet rappelons qu'un correcteur fut *fouetté* et chassé de la ville épiscopale de Wurzbourg pour avoir mis dans un mot la lettre *w*, ce qui formait un sens obscène.

Aujourd'hui, on veut produire beaucoup, vite et à bon marché. Dans beaucoup d'imprimeries la correction est négligée au point qu'on pourrait se demander si les chefs de l'établissement ne regardent pas le correcteur comme

1. On a généralement renoncé à l'emploi d'une *pointe* pour corriger. La pointe avait l'inconvénient de blesser souvent l'œil de la lettre.

2. L'imprimerie Plantin, à Anvers (1560), avait cinq correcteurs, tous savants distingués. Parmi eux se trouvait François Raphelinge, qui aima mieux rester correcteur chez Plantin que d'aller occuper à l'Université de Cambridge une chaire de professeur de grec. Il est vrai que Plantin, qui avait fait fondre des caractères en argent, payait ses correcteurs au poids de l'or. Raphelinge devint le gendre de Plantin.

Un autre correcteur de ce célèbre imprimeur d'Anvers a publié un poëme dans lequel on remarque l'apologie du correcteur contre les auteurs, auxquels il reproche le peu de soin apporté à leurs manuscrits, leur mauvaise écriture, et l'injustice de leurs exigences.

un rouage inutile ou une superfétation[1]. Le célèbre Henri Estienne attribue à un imprimeur de son temps, auquel on reprochait l'incorrection de ses éditions, d'avoir dit : *Non minoris propterea veneat* (cela ne s'en vendra pas moins pour cela). Cette réponse pourrait servir de *marque* à un grand nombre de nos imprimeurs modernes... Nous aurons du reste à revenir sur cette question lorsque nous examinerons les livres qui figurent à l'Exposition.

Notre article prendrait une tournure trop anecdotique si nous faisions passer sous les yeux de nos lecteurs les fautes célèbres qui se sont glissées dans quelques impressions. Bornons-nous à en citer deux ou trois, dont la première eut les plus fatales conséquences. A l'époque où Napoléon Ier fondait de gigantesques projets sur son alliance avec l'empereur Alexandre, le *Journal de l'Empire* (le *Moniteur*) publia un article où il était dit, en parlant des deux puissants monarques :

« Ces deux souverains, dont l'*union* ne peut qu'être invincible... »

Les trois dernières lettres du mot *union* ayant été enlevées pendant l'impression — sans doute parce que la forme était mal serrée et que ces trois lettres avaient adhéré à la balle d'encrage — il resta le mot *un*, et le lendemain l'empereur Alexandre lut avec indignation :

« Ces deux souverains, dont l'*un* ne peut qu'être invincible. »

L'erratum du numéro suivant lui parut une seconde injure. Napoléon, qui vit la portée de cette faute d'impression, s'emporta vainement. Un accident de la presse avait détruit en un instant les plus hautes combinaisons du génie politique.

Voici notre seconde anecdote :

La maison Didot imprimait une magnifique édition de Racine. Déjà plusieurs feuilles de l'*Iphigénie en Aulide* étaient tirées, lorsque M. Didot voulut vérifier si la couleur de l'encre était bonne. Machinalement ses yeux tombèrent sur ce vers célèbre :

Vous allez à l'*autel* et moi j'y cours, madame.

Un compositeur maladroit avait mis, et trois correcteurs avaient laissé passer le vers suivant :

Vous allez à l'*hôtel* et moi j'y cours, madame.

« On peut se faire une idée, ajoute M. Didot, de la consternation et de la colère d'un imprimeur atterré par de pareils coups de foudre. »

Coups de foudre est le mot. Siéyès ayant dû prononcer, pendant la révolution, un discours pour se justifier, lut avec stupéfaction : « J'ai *abjuré* la république ; » c'est *adjuré* qu'il avait écrit. Un *b* pour un *d* pouvait le conduire à la guillotine.

Citons encore une coquille qui eut un fatal résultat. Le docteur Flavigny ayant, dans une dissertation, voulu donner une leçon de modestie à son adversaire, avait cité ces paroles de l'Évangile : *Quid vides festucam in oculo fratris tui et trabem in oculo tuo non vides...* Comment vois-tu une paille dans l'œil de ton frère et ne vois-tu pas une poutre dans ton œil?

1. Nous venons de lire le compte rendu d'une assemblée de correcteurs de Londres, présidée par M. Charles Dickens. Des plaintes analogues ont été formulées dans cette réunion. « A Londres, écrit un correspondant, lorsqu'il s'agit d'établir une imprimerie, on se préoccupe beaucoup de l'emplacement qu'occuperont les presses et de la ventilation des pièces où les compositeurs seront réunis. Quant aux correcteurs on les *fourre* dans quelque coin sans tenir le moindre compte des conditions de l'hygiène ou de la vue. »

A quelques exceptions près, n'en est-il pas ainsi dans les imprimeries de Paris?

Malheureusement, soit par l'effet d'une méchanceté, soit par hasard, à l'impression, l'*o* initial du dernier mot *oculo* disparut et il resta un sens obscène dont nous nous abstiendrons de donner la traduction. Flavigny fut accusé d'avoir volontairement tronqué les textes sacrés. Trente années plus tard il subissait encore les conséquences de cette terrible faute d'impression.

Revenons maintenant à notre feuille à imprimer qui dûment corrigée, et relue en seconde, a été revêtue du bon à tirer et révisée.

Cette feuille va être mise sous presse, et ici ce ne sont plus tout à fait les procédés indiqués dans le poëme de Claude Thiboust qui seront suivis. Voyons cependant d'abord quels étaient ces procédés.

L'ancienne presse à bras, celle de Gutenberg, avait beaucoup d'analogie avec les presses à faire le vin; dans cette presse le mouvement de la *vis* répondait à un poids, à une pression énorme jouant le principal rôle.

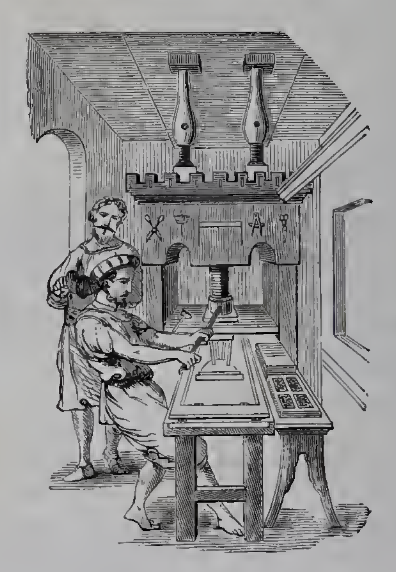


Fig. 4.

La presse que reproduit notre figure est celle qui est représentée sur le titre des livres imprimés par Josse Bade d'Asch [1], et donne une idée de ce que furent les presses depuis Gutenberg jusqu'à l'époque moderne. Elles étaient faites en bois grossièrement travaillé, et pour ne pas céder aux efforts de l'ouvrier elles devaient être fixées à des murs solides, soit par des étançons, soit par des crochets en fer. Leur dimension était si petite que chaque face d'une feuille de papier exigeait deux tirages.

Par *jumelles* on entendait le bois dont la presse était composée. Les *tympans* étaient des cadres en bois et en fer recouverts chacun d'une peau de parchemin; ils s'ajustaient l'un sur l'autre et entre les deux on plaçait des *blanchets* en étoffes.

La *frisquette*, comme l'explique du reste le poëte, est un châssis recouvert d'une feuille de carton, qu'on découpe avec des ciseaux en suivant les contours des pages à une distance suffisante pour que rien ne *morde* et ne *barbouille*.

Les *cordes* ou *vaches* étaient attachées par un bout au coffre de bois (dans lequel

1. Josse Bade d'Asch, près Bruxelles, avait appris l'imprimerie dans cette dernière ville. Il devint professeur à l'Université de Paris, et ensuite à Lyon, où il s'employa comme correcteur d'épreuves. Il devint imprimeur à Paris en 1495 et y publia un grand nombre d'ouvrages.

était enchâssé le marbre) et par l'autre bout au derrière de la presse. L'ensemble, le *train*, était mis en mouvement au moyen d'une *manivelle*.

La *vis* de l'arbre était en fer. Le bout d'en haut tournait dans un écrou de cuivre enchâssé dans un sommier ou pièce de bois; le pivot tournait dans une grenouille emboîtée dans une crapaudine fixée sur la *platine*, plaque de cuivre qui venait s'abaisser sur les tympans et sur la forme.

Les *balles*, espèces d'entonnoirs de bois ayant une poignée; leur vide était garni de laine recouverte de cuirs crus, cloués aux bords. L'ouvrier remuait ces balles l'une sur l'autre pour *distribuer* l'encre qu'il avait prise avec une de ces balles; puis avec toutes les deux il *touchait* la forme par coups successifs et à plusieurs reprises. (Aujourd'hui, comme nous l'expliquerons plus loin, les balles sont remplacées par un rouleau.)

Tirer le barreau. Il s'agit du barreau de fer courbe passé dans l'arbre; l'ouvrier tirait deux fois le barreau pour imprimer un côté de la feuille de papier, en faisant descendre deux fois la platine.

Tels furent les procédés primitifs de l'impression, tels ils restèrent jusqu'au commencement du dix-neuvième siècle. Seulement, vers 1753, M. François-Ambroise Didot eut l'idée de donner à la platine des dimensions doubles, ce qui permit d'imprimer à la fois toute une face de feuille (presse à un seul coup) et de remplacer le marbre sur lequel la forme des caractères était posée par une plaque en fonte.

Les rouleaux, nous l'avons dit, sont d'invention moderne. C'est des rouleaux dits gélatineux qu'il s'agit. En effet, c'est en 1819, qu'à la sollicitation de M. Chegaray, correcteur de M. Smith, M. Gannal composa des rouleaux élastiques formés d'une combinaison de sucre et de gélatine qui remplacèrent avec avantage pour l'impression les rouleaux en peau de veau et les balles[1]. Mais les rouleaux proprement dits étaient connus depuis longtemps, car l'art. 8 d'une déclaration de 1728 porte :

« Défendons à tout imprimeur de se servir pour l'impression de *rouleaux* à « peine d'interdiction pendant six mois et à 500 livres d'amende ; même de la « déchéance de la maîtrise et une plus grande punition en cas de récidive. »

Pourquoi, nous demandera-t-on, pourquoi cette défense de se servir de rouleaux? Parce que l'impression avec des balles faisait du bruit, tandis qu'avec les rouleaux on pouvait imprimer sans être entendu du dehors. Du reste, l'art. 7 de la même déclaration porte :

...... « Ordonnons que la porte de l'imprimerie ne sera fermée pendant tout le « temps du travail qu'au simple loquet, et il ne devra y avoir dans l'imprimerie « aucune porte de derrière par où on puisse faire sortir clandestinement aucun « imprimé, sous peine d'interdiction pendant 6 mois et de 500 livres d'amende. »

Voilà bien l'interdiction des rouleaux expliquée. Du reste les restrictions ont été de toutes les époques. Dès 1486, l'archevêque de Mayence défendait d'imprimer aucun livre sans approbation préalable des docteurs. En 1534, François Ier frappait d'interdiction toute imprimerie et édictait la *peine de la hart* (pendaison) contre les imprimeurs. Il est vrai que les lettres patentes de 1534 ne furent pas enregistrées par le parlement qui fit des remontrances au roi sur ces rigueurs,

1. Les balles en peau de veau étaient employées pour les éditions de luxe. Pour les impressions inférieures, les balles en laine étaient recouvertes de peau de chien, et les ouvriers prétendaient qu'elles ne donnaient une impression parfaite que lorsque cette peau approchait de l'état de putréfaction. Souvent, ajoute M. Didot, on les faisait macérer dans de l'urine. Ces détails sont de nature à faire apprécier le service qu'a rendu à l'imprimerie le remplacement des balles par les rouleaux de gélatine.

et il est vrai aussi que plus tard François Ier devint le protecteur de l'imprimerie, ce qui ne l'empêcha pas de venir assister impassible au supplice du célèbre imprimeur Dolet, brûlé vif sur la place Maubert (1546) pour une prétendue parodie dans la traduction d'un passage de Platon.

Le règlement de 1723, dont nous avons parlé plus haut, porte aussi :

« Avenant le décès d'un imprimeur sans veuve ou sans enfants ayant qualité pour exercer l'imprimerie, les *vis des presses* seront portées à la chambre de la communauté pour y rester déposées jusqu'à la vente de l'imprimerie. »

Après une restriction vient un ordre : par arrêt du conseil d'État (1725) il est prescrit aux syndics et adjoints de la corporation de présenter au recteur de l'Université, à la fête de la Purification de la sainte Vierge, un cierge de cire blanche du poids d'une livre. Il est aussi enjoint aux imprimeurs d'assister aux processions sous peine d'amende, et, en cas de plusieurs contraventions à cette injonction, ils encouraient la peine de la déchéance de la maîtrise.

Oublions ces errements d'autres époques et passons aux perfectionnements matériels modernes.

Deux inventions se produisent presque simultanément : En 1814 lord Stanhope fait connaître la presse en fonte qui porte son nom, et, la même année, deux mécaniciens allemands, Kœnig et Bauer, montent à Londres une machine qui est toute une révolution dans l'art typographique. Cette machine consiste principalement en deux cylindres de bois, et distribue en même temps l'encre sur les caractères au moyen de rouleaux composés d'une matière élastique.

Cette machine, construite aux frais de l'imprimeur et de l'éditeur du *Times*, est employée à l'impression de ce journal, qui annonce (29 novembre 1814), que les lecteurs ont sous les yeux les premières feuilles tirées par une machine à vapeur.

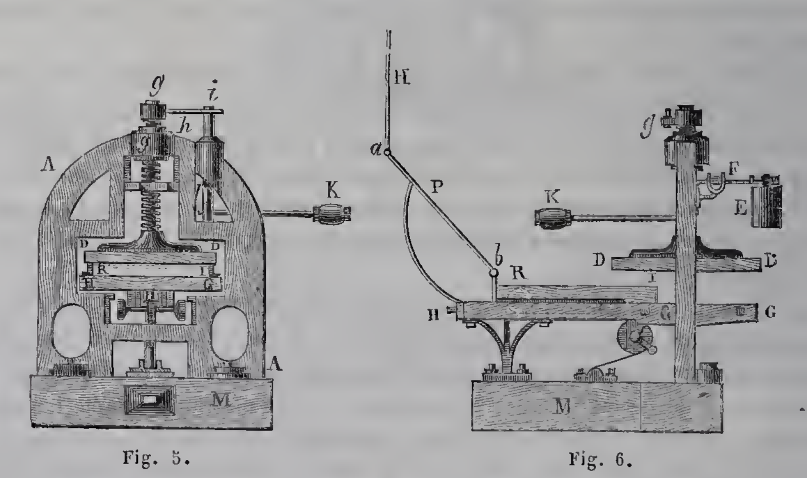


Fig. 5. Fig. 6.

Nous représentons deux projections verticales de la presse Stanhope, dont voici la description. La table H G en fonte de fer, est solidement établie dans une position horizontale, et susceptible d'être mue en avant et en arrière à l'aide d'une manivelle *k* et de cordons placés sur des poulies de renvoi. C'est sur la table H G qu'est fixée la forme d'imprimerie R I. Les caractères sont avant chaque pression enduits d'encre qu'un compagnon y dépose à l'aide du rouleau. On recule le marbre en tournant la manivelle à l'aide des courroies ; cette table vient en arrière comme on le voit fig. 6, afin qu'étant découverte on puisse *encrer* la forme. Cela fait, on abat la frisquette (voir page 336). H *a* est un cadre brisé à charnières en *a;* la frisquette et la feuille de papier blanc qu'on veut imprimer sont situées sur le cadre H *a* et rabattues sur le plan *a b*, lequel est matelassé d'un blanchet et

de plusieurs feuilles de papier ou *maculatures*; on rabat ensuite le plan *a b* sur la forme R I, autour de la charnière *b*, et c'est sur ce plan que la pression va être exercée. On pousse en avant le marbre H G par un tour de la manivelle *k*, pour amener ce système sous le plateau D D qu'il s'agit de faire descendre juste au-dessus de R I en y exerçant une compression d'autant plus énergique que la surface de la forme a plus d'étendue. Cette action est exercée par un système de leviers K, *l*, *i*, *h*.

Quand le pressier tire et amène à lui le barreau K, la tige *l* tourne et fait marcher le levier *h* qui tire à son tour la tête *g* de la vis : cette vis tourne donc dans son écrou immobile, ce qui fait descendre le plateau D pour presser sur la forme R I. L'ouvrier donne alors un coup de force au manche K du levier pour exercer la compression.

Deux hommes sont nécessaires pour le service d'une presse : l'un manœuvre le levier K, fait aller et venir le marbre et rabat les cadres H et P sur la forme; l'autre distribue l'encre.

Lorsque la feuille est imprimée, on ramène le marbre en arrière, on encre de nouveau, on remet une autre feuille et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les feuilles soient imprimées sur le *recto*, puis on change de forme et l'on procède à la retiration, c'est-à-dire qu'on imprime le *verso*.

La presse Stanhope était un perfectionnement immense : en même temps qu'elle réalisait une plus grande rapidité, elle donnait un tirage plus certain, plus uniforme, et aujourd'hui encore — plus ou moins perfectionnée — elle est préférée pour les éditions de luxe, pour ces tirages à vignettes où l'imprimeur transformé en artiste, veut se rendre compte à chaque exemplaire tiré s'il ne faut pas renforcer les tons du plan ou diminuer les teintes des figurines qui apparaissent à l'horizon. Mais le grand problème à résoudre était celui de la rapidité, du nombre des tirages, et, à ce point de vue, c'était la presse mécanique qui répondait aux aspirations de la génération nouvelle.

Dès l'année 1790 William Nicholson avait entrevu la solution du problème. Il avait eu l'idée de placer les types sur une surface cylindrique, et d'étaler l'encre à la surface des types en faisant rouler sur eux la surface d'un cylindre enduit d'encre, ou bien en changeant le mécanisme de manière que les types vinssent s'appliquer eux-mêmes sur le cylindre. Mais W. Nicholson n'arriva point à donner une application pratique à ces deux systèmes. MM. Kœnig et Bauer furent plus heureux : après de nombreux tâtonnements dans une autre voie, ils arrivèrent à l'idée d'employer un cylindre au lieu d'une surface plane pour communiquer la pression. Dans leur machine la forme venait se mouvoir horizontalement au-dessus du cylindre à impression sur lequel la feuille de papier était tenue au moyen de cordons de fil, sans fin. L'encre placée dans une boîte cylindrique allait se communiquer à deux rouleaux qui la transmettaient à des rouleaux suivants, la distribuaient ensuite sur les caractères. Bientôt Kœnig perfectionna son appareil de manière à imprimer les deux côtés d'un journal chaque fois que les formes avaient passé au-dessous des cylindres : pour cela il se servit de deux appareils conjugués placés l'un vis-à-vis de l'autre : la feuille conduite par les rubans ou cordons était portée d'un cylindre à l'autre en parcourant le chemin dont un ∞ donne parfaitement l'idée. Pendant sa course sur les cylindres la feuille recevait sous le premier cylindre l'impression d'un côté et, sous le second cylindre l'impression sur le second côté.

Nous ne reproduirons pas les figures de ces presses mécaniques, bientôt perfectionnées par MM. Cowper et Applegath, presses qui furent introduites pour la première fois en France en 1823 pour imprimer le *Magasin pittoresque*. Ces figures se rencontrent dans toutes les publications qui ont traité des presses méca-

niques, et nous aurons d'ailleurs à y revenir avec détail lorsque nous énumérerons les perfectionnements qu'elles ont reçus dans les machines qui se trouvent à l'Exposition.

Bornons-nous à dire pour le moment qu'avec cette presse, la feuille, conduite par des cordons après avoir reçu une première impression, passe d'un premier cylindre sur deux tambours en bois qui la retournent, et va s'appliquer sur le contour d'un second cylindre avec une telle précision qu'elle rencontre les caractères de la seconde forme juste au même point où se trouvent imprimés du côté opposé les caractères de la première forme : c'est ce qu'on nomme le *registre;* elle vient ensuite se déposer sur une table où un enfant (*receveur de feuilles*) la reçoit et l'empile.

Avant de rentrer en France, disons que M. Applegath construisit aussi plus tard, pour le *Times* (vers 1850, si nous ne nous trompons), une presse à cylindre vertical, dont nous empruntons la description à l'article de l'*Encyclopédie* :

« Dans cette ingénieuse machine, les quatre pages du journal *le Times*, contenant chacune cinq colonnes, sont placées dans quatre boîtes que l'on applique au cylindre central, qui est vertical, et dont le contour est recouvert en partie par ces pages. Elles sont fixées au moyen de boulons à ce cylindre, dont le diamètre est de $1^{m},70$. La force de gravité, neutralisant la force centrifuge, maintient en place les caractères pendant la durée de la révolution du cylindre. Les caractères de chaque colonne de la page forment donc un polygone qui ne diffère que très-peu d'une parfaite circonférence, et cette légère différence est compensée comme il est dit ci-après. Autour du cylindre central sont placés huit cylindres verticaux, mettant chacun une feuille de papier en contact avec le cylindre central, qui les imprime toutes successivement en faisant sa révolution. Par cette disposition, il n'y a aucune interruption dans la continuité du mouvement : l'impression des caractères est perpétuelle, excepté le faible intervalle de temps nécessaire pour une nouvelle application d'encre. On obtient donc avec une même quantité de caractères un résultat plus considérable de tirage que par la machine à mouvement horizontal.

« Cette nouvelle presse imprime le journal *le Times* à 10,080 exemplaires par heure, ou 168 feuilles par minute; ce nombre pourrait être porté à 11 ou 1,200 par heure. Chacun des huit cylindres d'impression reçoit 1,500 feuilles par heure, soit une feuille en deux demi-secondes; le maniement du papier ne permet pas plus de promptitude. »

A peine la presse mécanique est-elle introduite en France qu'elle y est dotée de nouveaux perfectionnements : dès 1823, MM. Paul Dupont, Gauthier-Laguionie et Middemdorp présentent à l'Exposition une presse mécanique à un seul cylindre, pouvant tirer environ 2,000 feuilles à l'heure; et bientôt M. Dutartre va commencer la construction de cette série de presses chaque jour améliorées, et établies dans de meilleures conditions de solidité, de bon fonctionnement et de bon marché [1]. Ainsi M. Dutartre, s'inspirant d'un système allemand, parvint à livrer des presses mécaniques imprimant même des vignettes avec toute la perfection qu'on pouvait obtenir des meilleures presses à bras, et ces presses perfec-

1. Citons aussi comme constructeurs de stanhopes perfectionnées, MM. Frapié, Giroudot, Gaveaux, Thonnelier, Marchand et Genevois; MM. Rousselet, Le Normand, Capiomont et Dureau ont aussi, pendant vingt ans, apporté leur contingent de perfectionnements aux presses à labeurs, c'est-à-dire aux presses dont la première condition n'est pas la grande vitesse, mais la perfection de l'impression. M. Rousselet, en outre, est l'inventeur de la presse dite *à brosse*, qui, perfectionnée, a produit le système *à pinces*, de M. Le Normand, aujourd'hui généralement en usage.

tionnées ne coûtaient que 7,000 francs, alors que celles de Cowper, de Londres, coûtaient encore 25 à 30,000 francs. C'est ce bon marché relatif qui a vulgarisé l'emploi des presses mécaniques qui sont aujourd'hui en usage même dans de petits centres de population, là où jadis l'antique pressoir de Gutenberg suffisait pour satisfaire à tous les besoins; et cependant une seule machine, n'exigeant que le travail d'un homme et de deux enfants, — non compris la force motrice, — fournit plus d'ouvrage que dix presses anciennes employant vingt ouvriers. Il est juste d'ajouter que le prix toujours croissant de la composition à Paris a engagé un grand nombre d'éditeurs à faire imprimer leurs ouvrages en province, où quelques imprimeurs travaillent aussi bien que leurs confrères de Paris, et en faisant jouir le client d'une diminution variant de 20 à 30 pour 100.

Au nom de M. Dutartre il faut ajouter ceux de MM. Gaveaux et Le Normand, qui ont établi pour les journaux une machine *à réaction* à quatre et à six cylindres, et qui constitue un progrès notable sur le système d'Applegath. Par une modification dans les dispositions pour l'encrage, les formes peuvent toujours encrer à chaque cylindre (comme dans la machine Applegath); mais, de plus, ces machines impriment *aussi bien à l'aller qu'au retour*, chaque cylindre tournant alternativement dans un sens ou dans l'autre : c'est ce qui a fait donner à ces machines le nom de *presse à réaction*, tandis qu'on a conservé le nom de presses en *blanc* à celles qui ne tirent qu'un côté à la fois. Dans les presses de M. Le Normand, en disposant les cordons de telle sorte que la feuille retournée par deux rouleaux revient par son autre extrémité sur le cylindre imprimeur du second côté, les quatre pages étant disposées en long sur le marbre, il s'ensuit que la feuille d'abord imprimée d'un côté revient en second lieu imprimer le côté opposé à la tête de la première impression, c'est-à-dire fournit deux exemplaires sur papier double.

Nous ne citons que pour mémoire le nom de M. Marinoni. Les améliorations qu'il a réalisées nécessitent une mention toute spéciale, qui trouvera sa place lorsque nous parlerons de son exposition.

Avant d'aller plus loin, résumons maintenant le fonctionnement de l'impression mécanique comme nous l'avons fait pour l'impression à bras.

Qu'il s'agisse de presse en blanc ou de presse à réaction, la pression s'opère toujours sur un plan horizontal qui reçoit la forme, et la pression se fait de proche en proche pendant le mouvement, tandis que nous avons vu que pour la presse à bras, le tirage se fait à plat et d'un seul coup.

Au lieu de placer la feuille de mise en train sur le tympan (page 338), on la place sur le cylindre des mécaniques.

« La touche se fait au moyen d'un cylindre en fer au-dessus duquel est déposée l'encre, dont il ne doit prendre qu'une couche légère et réglée par des vis qui éloignent ou rapprochent le *couteau* placé au bas de l'*encrier*, et formant tangente avec le cylindre; un rouleau *preneur* qui le soulève se met en contact avec le cylindre, redescend sur la table de distribution et y dépose l'encre; des rouleaux *distributeurs* au nombre de deux ou trois, et enfin des rouleaux *toucheurs*, prennent l'encre sur la table et en imprègnent la surface de la forme. Tout ce système de rouleaux, ainsi que le ou les cylindres qui opèrent les pressions, sont mis en mouvement par un *arbre de couche* qui est en rapport immédiat avec le moteur. La machine s'arrête au gré du *margeur*, au moyen d'une manivelle de *débrayage* placée à la portée de la main. Le débrayage fait passer la courroie de transmission de la poulie de commande à la poulie folle, sur laquelle elle continue son mouvement de rotation, mais sans le communiquer à la presse.

« Pour opérer le tirage, on procède ainsi : la feuille de papier blanc est posée sur une table, à l'une des extrémités de la machine, à proximité du cylindre

imprimeur. Un ouvrier, appelé *margeur* ou *pointeur*, approche le bord de la feuille de la tringle munie de pinces, qui s'empare d'elle et la dirige sur le cylindre, d'où après avoir accompli son évolution elle arrive, portée sur des cordons, aux mains du *receveur*.

« Pour les machines simples, des pointures sont fixées, l'une sur le cylindre même, l'autre sur une tige de fer placée sous la marge. A la retiration, le petit trou formé par les pointures sert de guide au margeur. Il est bien entendu que pour les tirages en *blanc* la pointure est inutile. Aux machines doubles qui tirent à la fois les deux côtés de la feuille, le *registre* se fait au moyen de tambours en bois dont le diamètre et la dimension sont calculés pour que la feuille, après les avoir parcourus, maintenue par un système de cordons très-compliqué, vienne se placer sous le cylindre de retiration avec autant de justesse que si elle était gardée par les pointures[1]. »

Voilà l'impression mécanique ordinaire. Mais que sont 2,000, que sont 5,000 ou 6,000 exemplaires à l'heure pour les journaux?... C'est une autre rapidité qu'il fallait depuis plusieurs années aux Américains et aux Anglais, et c'est à d'autres combinaisons qu'ils ont eu recours.

La machine verticale d'Applegath décrite ci-dessus est une première tentative. Applegath s'était dit : Jusqu'ici on a imprimé horizontalement, essayons d'imprimer verticalement. Un autre plus hardi s'écria : Imprimons sur la circonférence[2]. Et, bientôt après, les journaux américains nous apprirent que Richard Hoe avait construit pour le *Sun*, de New-York, une presse monstre donnant *vingt mille exemplaires* à l'heure, mais n'obtenant ce résultat qu'en employant 8 cylindres, 1,200 roues, 200 rouleaux en bois et 400 poulies, sans compter une infinité d'engrenages. Un autre détail qui a bien son importance, c'est que cette presse avait coûté au *Sun* 120,000 francs.

Pendant longtemps, la praticabilité du système de M. Hoe a été révoquée en doute sur le continent; mais enfin M. Delamare, alors propriétaire de la *Patrie*, et homme progressif, — quoi qu'on ait dit, — eut la hardiesse de faire confectionner une presse cylindrique pour son journal, et cette presse fonctionne régulièrement depuis douze ans. Nous ne la décrirons pas ici, parce que nous aurons occasion de revenir sur les presses cylindriques dans notre second article; mais pour en faire comprendre dès à présent le mécanisme aux personnes qui n'ont pas encore vu fonctionner des machines de ce genre, nous dirons que la composition formée en colonnes du journal est placée dans des fractions de cylindres fortement serrés, ayant des rebords formant châssis à vis. Les rouleaux encreurs rencontrent alternativement la table à encre et la composition, ce qui donne lieu à une véritable impression continue.

Un autre progrès consiste à résoudre le problème de la vitesse en en retournant les données : au lieu de s'ingénier à augmenter une rapidité qui paraît ne pouvoir plus être dépassée, on a pensé d'abord à augmenter le nombre des compositions, puis les perfectionnements de la stéréotypie, et la galvanoplastie aidant, on est parvenu à produire des clichés avec une telle rapidité qu'on imprime simultanément quatre, six, huit et dix compositions (clichées) obtenues vingt minutes après que la première composition (types) est sortie des mains de l'ouvrier. Cette multiplication était devenue nécessaire pour les journaux dont la vente

1. *Une Imprimerie en* 1867, par M. Paul Dupont.

2. Nous avons dit plus haut que Nicholson avait eu, dès l'année 1790, l'idée de placer les types sur une surface cylindrique. En 1815, M. Cowper avait aussi obtenu quelques succès dans cette voie, en rendant courbes les formes stéréotypées, de manière à les fixer à un cylindre. Plus tard Applegath construisit aussi une presse dans cette donnée.

commence à quatre heures pour finir à six ou à sept heures; pendant cet intervalle les machines ne pouvaient suffire à l'impatience des clients; quelques minutes plus tard les exemplaires restants devenaient invendables. L'impression sur clichés multiples a répondu à la nécessité d'avoir un nombre considérable d'exemplaires dans un nombre d'heures limité. Mais si les journaux produits ainsi à toute vapeur sont bien tirés, s'ils sont toujours *lisables,* — nous ne disons pas *lisibles,* — c'est là une autre question. Sous ce rapport, nous sommes devenus tout à fait Américains : le plus souvent, nous ne voyons que la moitié des mots et nous essayons de deviner le reste.

Je ne parlerai pas ici de la formation des clichés : par une filiation naturelle les clichés dépendent de la stéréotypie et c'est dans notre article spécial sur la fonderie que nous aurons à nous en occuper. En attendant, signalons quelques perfectionnements qui ont été essayés dans la composition typographique proprement dite.

Déjà en 1776 M. Barletti de Saint-Paul avait obtenu de Louis XVI une gratification de 20,000 fr. pour un nouveau système typographique ou moyen de diminuer de moitié le travail et les frais de composition, de correction et de distribution. Ce moyen consistait à faire graver et fondre d'une seule pièce certains groupes de lettres se reproduisant souvent : les syllabes *ment*, *able*, *de*, *tion*, etc.

De nos jours, M. Edouard Joostens a repris ce système en le perfectionnant et en fondant les groupes de lettres de manière à ce que muni déjà d'une espace, chaque groupe pouvait recevoir par une lettre *s*, fondue *ad hoc,* la marque du pluriel. Nous avons vu M. Joostens, employant sa casse de lettres groupées, obtenir d'excellents résultats et produire dans un temps donné le double du travail d un compositeur ordinaire; mais les moyens d'appliquer en grand son système lui ont fait défaut ; l'inventeur se heurtait d'ailleurs dans l'imprimerie à tous les obstacles que la routine oppose systématiquement aux perfectionnements, et de guerre lasse il est revenu à la casse ordinaire, — non pas vaincu, mais fatigué de la lutte. D'autres l'ont imité sans plus de succès.

La composition mécanique est un grand problème dont la solution est poursuivie depuis une trentaine d'années. Si cette solution n'est pas trouvée d'une manière complète, on est cependant sur le point de l'atteindre, et nous nous proposons de faire l'historique des progrès qui ont été réalisés dans cette voie.

Une mention spéciale sera également faite de la composition typographique de la musique, des impressions en couleur, des applications de la lithographie à l'impression typographique, des nouveaux systèmes de glaçage, de séchage, etc.

Mais ces questions diverses trouveront leur place lorsque nous parlerons des produits exposés; aujourd'hui nous tenons d'ailleurs à commencer notre visite à l'Exposition, et nous entrerons en matière par l'exposition hors ligne de MM. Hachette.

Nous disons exposition hors ligne, non pas à propos des livres que renferme la magnifique vitrine de MM. Hachette, mais à propos de la place qu'occupe cette vitrine : nous l'avons déjà fait remarquer, en se cantonnant dans un espace réservé, ces estimables exposants ont paru vouloir se mettre hors de concours, puisqu'ils ont évité toute possibilité de comparaison avec leurs compétiteurs ; d'ailleurs l'*impression par M. Lahure* des livres édités par MM. Hachette mérite la palme qui a été décernée. Seulement nous regrettons que ces livres, *remarquables surtout au point de vue de l'impression,* n'aient pas été exposés directement par M. Lahure, dont le nom ne figure même pas dans la nomenclature des exposants. Nous développerons nos idées à ce sujet dans un prochain fascicule de nos *Études sur l'Exposition.*

Aug. JEUNESSE.

XXXIV

APPAREILS ET PRODUITS AGRICOLES POUR L'ALIMENTATION ET LES ARTS INDUSTRIELS

Par M. **ROUGET DE LISLE.**

I

CONSIDÉRATIONS SUR L'AGRICULTURE.

Il n'est pas hors de propos et de notre sujet très-sérieux, le plus sérieux très-certainement de l'Exposition, de citer d'abord les paroles d'un grand philosophe de l'antiquité, auquel les Grecs, connaisseurs si délicats, donnèrent le surnom bien mérité d'*Abeille attique*. Citer ici les propres paroles de *Xénophon*, guerrier, philosophe, agronome, économiste et historien grec, c'est présenter sommairement à toutes les classes de lecteurs tout à la fois l'historique, l'éloge et les résultats pratiques de l'agriculture.

« Ne rougissons pas d'imiter le roi de Perse : persuadé que l'agriculture et l'art militaire sont les plus beaux et les plus nécessaires des arts, ce prince les cultive avec une ardeur égale.

« On dit encore que, lorsque le roi distribue ses largesses, les premiers qu'il fait venir, ce sont les plus vaillans des guerriers, parce qu'il est inutile de cultiver de grandes terres, s'il n'y a pas de soldats pour les protéger. Viennent ensuite les cultivateurs les plus habiles à fertiliser leur pays. En effet, dit le roi, l'homme même le plus courageux ne peut vivre sans laboureur qui le nourrisse.

« Aussi un autre prince justement célèbre, Cyrus le Jeune, disait-il un jour à ceux qu'il avait appelés pour les récompenser : « *A moi seul je pourrais sans injustice remporter les deux prix, car je prétends être le plus habile soit à fertiliser, soit à défendre mes États.* »

Nous venons de donner la traduction d'un passage de l'*Économique*, le plus ancien écrit sur l'agriculture et l'économie domestique que Gail, notre célèbre helléniste français, a appelé un chef-d'œuvre, que Scipion l'Africain eut toujours dans les mains, que Virgile imita quelquefois, que Cicéron traduisit en latin.

Le lecteur, charmé par l'inimitable naïveté du langage du philosophe athénien, ne reconnaît-il pas toute la sagesse et toute l'exactitude d'un grand enseignement adressé aux hommes d'État, aux administrateurs de la chose publique, aux riches propriétaires, à tous les amis de la nature et du bonheur de tous. Quelle *leçon* saisissante l'homme du monde peut puiser dans le parallèle des agriculteurs et des guerriers, parallèle qui peint si bien les tendances actuelles et glorieuses de notre époque ! Quelle vérité pleine d'éloquence et d'actualité dans ce parallèle si instructif et si profond ! — Il semble même que nous ayons emprunté à un auteur moderne le panégyrique de l'agriculture, que Xénophon a écrit vers la fin du quatrième siècle avant l'ère chrétienne.

C'est encore Xénophon qui a dit, dans son *Économique*, que l'agriculture est la mère et la nourrice des autres arts ; et il ajoute : « Est-elle en vigueur, tout

fleurit avec elle ; mais partout où la terre est condamnée à la stérilité, les arts meurent, je dirai presque sur terre et sur mer....

« L'agriculture est la profession que l'on apprend le plus facilement et qu'on exerce avec le plus de plaisir. En donnant une belle forme au corps et une bonne constitution, elle n'occupe pas assez l'esprit pour faire négliger les amis et la chose publique.

« L'agriculture inspire du courage à l'homme, puisque les campagnes, qui le nourrissent, ne sont point défendues de forteresses. Elle est, dans tous les gouvernements, la plus honorable des professions, parce qu'elle donne à l'État les citoyens les plus vertueux et les mieux intentionnés. »

Pour justifier cet éloge et cette suprématie morale et physique de la vie des champs, éloge et suprématie qui peuvent paraître outrés au premier abord, il est utile de rappeler que, chez les anciens, les professions mécaniques étaient décriées.

Xénophon dit aussi, en parlant des artisans : « Condamnés à rester assis, à vivre dans les ténèbres, quelquefois même auprès d'un feu continuel, ceux qui exercent les métiers, et ceux qui les apprennent, ruinent tout à fait leur santé ; et le corps, une fois énervé, l'âme est-elle susceptible d'une grande énergie ? Surtout on n'a plus le temps de rien faire ni pour ses amis, ni pour l'État, en sorte que de tels hommes sont jugés mauvais amis et mauvais défenseurs de leur pays. »

Les soldats grecs et romains ne demandaient à leurs chefs que le *pain*, pour se nourrir, et les *jeux* du cirque, pour s'exercer à la lutte.

Mais les progrès du christianisme et de la civilisation ont métamorphosé peu à peu les mœurs et les idées, principalement le dédain mal placé des Grecs et des Romains pour les arts appelés mécaniques. Cependant nous devons reconnaître que la métamorphose a été difficile et lente, même en France, où les ignorants et les vaniteux ne font encore aucun cas de ceux qui exercent des professions manuelles et commerciales, voire même artistiques.

Mais, très-heureusement, si quelques hommes ignorants estiment plus les jeux du cirque de l'antiquité que les merveilles des arts libéraux et de l'industrie, si les riches vaniteux dédaignent de pratiquer l'agriculture, qui donne la considération et la richesse, il faut convenir que la majorité des personnes éclairées pense tout autrement. Assurément les luttes industrielles de l'Exposition universelle sont d'un autre genre, et méritent un tout autre intérêt que celles des gladiateurs se terrassant dans l'arène. Aussi, pour prendre une part active et glorieuse à ces luttes industrielles, dans lesquelles la vie et l'honneur ne se perdent jamais, il faut être fort, très-fort d'esprit, d'intelligence, de savoir, et surtout de savoir-faire, qualité la plus essentielle, sans laquelle on ne triomphe jamais ou presque jamais. L'Exposition de 1867 offre des exemples frappants que nous nous empressons de mettre sous les yeux de nos lecteurs, en passant successivement en revue d'abord les produits de l'agriculture, et ensuite toutes les spécialités dont nous sommes chargé de rendre compte.

Tout d'abord, nous sentons le besoin de protester énergiquement, et à juste titre, contre l'idée excentrique de la Commission impériale qui a classé les produits agricoles alimentaires et autres après les beaux-arts (classes 1 à 5).

Cette classification arbitraire est tout simplement le rebours de la loi naturelle des choses, le contre-sens de la raison et de tout ce qui a été fait, à bon escient, dans les expositions précédentes ? En effet, n'est-il pas plus rationnel et plus raisonnable de classer au premier rang les produits de l'agriculture, indispensables à l'alimentation des hommes et des animaux ? N'est-il pas plus logique de placer à la suite les produits nécessaires à l'habillement des deux sexes, puis les produits forestiers et des mines, utiles aux constructions domiciliaires, et enfin

les produits que les industriels façonnent et travaillent manuellement ou mécaniquement pour des usages divers, agréables ou superflus.

Suivant la nomenclature de la Commission impériale, les produits agricoles de première nécessité, les céréales et autres produits farineux et leurs dérivés occupent le 67e rang dans la classification de l'Exposition, après les produits chimiques et pharmaceutiques, les cuirs et peaux, les machines, la carrosserie, la sellerie, etc.

Comme nous n'adoptons pas cette classification hors nature, nous étudierons d'abord les produits agricoles et alimentaires.

Produits agricoles nécessaires à l'alimentation.

La question de l'alimentation et de la production abondante des substances alimentaires, à bon marché, captive en ce moment l'attention du gouvernement et l'intérêt de tous les hommes de cœur, préoccupés sans cesse d'améliorer la condition morale et physique des populations.

Cette question de bien-être général est-elle susceptible d'une solution ? Nous devons l'admettre, sinon comme complétement résolue, au moins comme à moitié résolue par les efforts réunis des agronomes, dont les produits sont exposés au palais du Champ de Mars.

La première condition du bien-être matériel, c'est d'être bien nourri, c'est-à-dire pourvu suffisamment, et à bon marché, des aliments variés, indispensables pour réparer la perte des organes, entretenir, accroître, développer les principes vitaux et les forces corporelles.

Une foule d'autres conditions, sans doute, sont encore nécessaires au bien-être de la vie matérielle : le *vêtement*, le *logement*, l'*ameublement*, le *chauffage* et l'*éclairage*.

Mais l'agriculture ne fournit-elle pas avec largesse les matières premières de toutes ces choses, même les objets accessoires, agréables ou superflus?

Ces derniers produits agricoles, non alimentaires, qui sont très-nombreux, très-importants, seront examinés dans un article spécial, dans lequel nous indiquerons leur grande valeur industrielle, après qu'ils ont subi les mille transformations dues au génie de l'homme, au travail manuel de l'artiste ou de l'ouvrier, ou enfin, à l'heureuse application de la vapeur et des engins mécaniques, qui économisent si habilement, dans certains cas, la déperdition des forces, de la santé et de l'intelligence des travailleurs.

Et, pour en revenir à la question de l'alimentation qui nous occupe en ce moment, il ne faut pas dire, comme les pessimistes, les gens peureux, les savants idéologues, qui indiquent la route et ne la suivent jamais, que la France consomme plus qu'elle ne produit, ou qu'elle ne produit pas assez pour nourrir sa population et augmenter son bien-être ; il ne faut pas tenir froidement ce langage désespérant, puis rester inactif et impuissant ; il faut agir, au contraire, mais agir énergiquement, avec la foi dans le cœur, et non désespérer de la solution du problème : produire beaucoup et à bon marché pour augmenter le bien-être de tous. — Il faut travailler pour vivre et vivre en travaillant, a dit un moraliste de l'antiquité, qui a donné ainsi, en quelques mots, les véritables et seuls éléments de solution du problème. En effet, n'est-ce pas à chacun de nous d'augmenter son bien-être par le travail, l'ordre et l'intelligence ?

La France, dit-on, ne produit pas assez : cela est vrai. Eh bien ! il faut qu'elle produise davantage. Voilà les moyens très-simples et très-certains, indiqués depuis plus de trente ans par un savant chimiste et physiologiste français.

« Il faut améliorer, dit-il, nos moyens de production ; il faut diminuer par un

système d'exploitation la somme des déchets et des pertes de temps ; il faut réaliser sur tous les points du pays les résultats obtenus dans certains coins de notre France. L'un des plus petits de nos départements suffit au bonheur de près d'un million d'hommes forts et industrieux ; l'un des plus grands a de la peine à sustenter une population de 200,000 habitants chétifs, affamés; élevez le sol de celui-ci à la fertilité de l'autre, un transport de terre suffit à cette amélioration, et, dès ce moment, vous aurez sur ce terrain, auparavant improductif, de quoi nourrir trois millions d'hommes. Riches, ne tremblez plus ; pauvres, ne portez plus envie ; mais tendez-vous la main pour concourir à ce grand compromis, qui seul est en état de rendre aux uns la sécurité et aux autres ce qui leur manque. Laissez là le pain et la gélatine des chimistes ; demandez à la terre, notre mère, du froment pour nous tous, des pâturages pour nos génisses : la terre a toutes ces choses, des trésors enfouis dans ses entrailles ; arrachez-les-lui par la culture, et cultivez avec plus d'harmonie qu'autrefois ; l'isolement ruine tout le monde ; associez-vous, et souvenez-vous que nul d'entre vous n'aura le droit de se dire riche que lorsqu'à ses côtés il ne verra plus personne qui pâtisse. On n'est plus riche, dès qu'on a peur, et on ne porte plus envie à personne, dès qu'on a assez. »

Cette morale, mise en action par quelques bons esprits pleins d'ardeur, de bonne volonté et de désintéressement, produirait forcément tous les effets heureux et désirés par tout le monde.

Nous ne pouvons nier assurément les nombreux efforts qui ont été faits en France, surtout depuis l'Exposition universelle de Londres en 1851, pour améliorer la culture du sol. L'Exposition actuelle de 1867 nous offre les noms de plusieurs centaines d'agriculteurs praticiens, de riches propriétaires, de constructeurs de machines agricoles, qui ont obtenu des produits et des résultats très-intéressants, très-satisfaisants, sans doute, mais non encore suffisants pour rassurer et convaincre les consciences timorées, timides et incrédules. Quant à nous, nous avouons juvénilement que nous ne sommes pas bien convaincus que certains produits exposés soient les résultats d'une récolte naturelle et sincère, ou au moins d'une récolte suivie, toujours possible, obtenue couramment et avec économie. Nous pourrions citer des producteurs habiles et trompeurs (les deux expressions sont exactes), qui ont obtenu des médailles d'or dans plusieurs classes pour des produits agricoles qui ne proviennent pas de leur propre récolte, produits superbes qu'ils ont achetés à divers, puis triés et bien habillés pour les besoins de l'Exposition et de leurs glorieux triomphes. Tous les gens honnêtes doivent blâmer ces indignes tromperies, qui sont des inventions récentes, dues à l'imagination de quelques commerçants ou industriels enrichis et habitués à capter la confiance et la crédulité publiques. A Londres, en 1851, il n'y avait que quatre représentants de l'agriculture française, praticiens véritables, très honnêtes et très-dignes à tous égards : et tous les quatre ont été justement récompensés par une médaille de première classe. A cette occasion, M. de Kergorlay, membre du jury international, disait avec douleur, dans une communication verbale faite à la *Société d'agriculture de Paris*, « qu'il était à regretter que pour les céréales la France n'ait pas été mieux représentée. Il en a été de même, ajoutait M. de Kergorlay, des fruits secs, pour lesquels il n'y avait pas un seul exposant français. Pour récompenser nos produits, qui sont très-estimés en Angleterre, le jury s'est vu contraint de décerner une médaille à un marchand anglais, qui avait placé des produits français dans son exposition. »

M. de Kergorlay a signalé, dès cette époque (1851), l'immense quantité d'instruments aratoires consacrés à l'agriculture anglaise, et pouvant très-bien servir à la pratique agricole de la France ; il a fait remarquer avec justesse que

l'exhibition de bestiaux, faite alors par la Société royale d'Agriculture d'Angleterre, offrait un haut intérêt en ce que la Société donnait des *prix de race*. On pouvait y voir, en peu d'heures, des specimens de toutes les races d'Angleterre.

Ce qui est admirable chez les Anglais, suivant M. de Kergorlay, c'est l'art de préparer et de prédisposer les animaux sous le rapport de la précocité. Ainsi il y a remarqué des génisses de 20 ou 22 mois qui paraissaient avoir 4 ans, des porcs de 8 mois qui semblaient avoir 2 ou 3 ans.

De tels résultats tiennent, d'après M. de Kergorlay, au système d'alimentation employé par les agriculteurs anglais, qui n'épargnent rien pour développer les qualités des animaux dès les premiers moments de leur existence ; ils joignent d'ailleurs les soins les plus minutieux, sous le rapport de l'hygiène, du pansage, etc., etc.

Quant aux bêtes ovines, on ne s'occupe que de la chair. On vend la laine ce qu'on peut ; mais on ne la regarde que comme un produit tout à fait secondaire; et tous les soins sont dirigés vers la plus prompte et la plus économique production de la viande.

Tous ces renseignements pratiques de la première exposition anglaise ont réellement provoqué et hâté le perfectionnement de l'agriculture française. Les produits et instruments des États-Unis ont également fixé l'attention et l'intérêt de nos savants, de nos agriculteurs et de nos mécaniciens, qui les ont admirés et préconisés dès leur apparition. Puis plusieurs instruments agricoles de l'Angleterre et des États-Unis ont été copiés et perfectionnés en France vers l'année 1854. Toutefois, les perfectionnements des plus grands faiseurs étaient alors insensibles ou insignifiants.

Tous ces enseignements et instruments étrangers, judicieusement choisis et bien appropriés à la culture de notre sol, ont concouru à la transformation de nos vieilles habitudes et de nos vieilles machines agricoles. Le progrès de l'agriculture française, de l'alimentation en général, est donc commencé ; il marche plus ou moins rapidement dans les diverses contrées de la France, suivant le degré d'instruction et d'intelligence des habitants de la campagne, et surtout suivant la hardiesse et la propre initiative des riches propriétaires terriens.

Telle est notre opinion résultant de l'étude réfléchie des innombrables produits agricoles et alimentaires de l'Exposition, et nous en tirons cette conclusion positive et rassurante, que, dans un temps plus ou moins rapproché, nous posséderons, sinon le bien-être général, au moins la vie *à bon marché*, que préconisent certains économistes.

Mais, pour obtenir cette vie à bon marché, il faut d'abord que l'agriculture produise davantage, nous le répétons, avec des moyens plus perfectionnés et plus économiques. Il faut qu'elle produise plus de céréales, plus de fourrages, plus de bestiaux engraissés, plus de légumes, plus de fruits, plus de boissons fermentées, etc., etc.

En un mot, pour procurer aux masses une alimentation suffisante et à bon marché, il faut que les agriculteurs eux-mêmes puissent produire les denrées alimentaires à bas prix, en retirant de la culture de leurs terres un revenu suffisamment rémunérateur.

Tel est le problème à résoudre et non encore résolu, disent les grands propriétaires eux-mêmes, qui ont obtenu toutes les médailles d'honneur dans toutes les expositions universelles, générales ou régionales.

Tous ces grands propriétaires médaillés crient bien haut et incessamment, même dans les années d'abondance, que l'agriculture souffre beaucoup. Nous en sommes convaincu ; mais cette souffrance réelle et persistante n'atteint, en général, que les petits cultivateurs d'un terrain très-limité, et principalement

l'ouvrier journalier de la campagne, dont le salaire n'est pas suffisant pour le faire vivre sans privations, et, *a fortiori*, pour nourrir sa femme et les autres membres de sa famille trop jeunes ou trop vieux pour travailler utilement.

Comment soulager ces souffrances réelles et persistantes ?

Tel est encore le problème à résoudre, qui préoccupe à bon droit la sollicitude du gouvernement. Il nous semble que sa solution n'est pas impossible, au moins en partie, si l'on prend en considération, et comme un élément principal et important de la question, cette multitude infinie de produits alimentaires, exposés au Champ de Mars par les différents peuples cultivateurs de l'Europe, de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie. Nous croyons cependant qu'il faut s'appuyer modérément sur les consolantes promesses faites publiquement, en vue d'obtenir des récompenses, par les agriculteurs commerçants, qui prétendent produire et vendre constamment des denrées d'une *bonne qualité et à bas prix.*

Si les promesses verbales et les expositions agricoles sont sincères et véridiques, il y a lieu de croire que la vie matérielle est facile à tous ; et il est également facile aux hommes généreux et riches de se procurer directement les aliments à bon marché dans une contrée quelconque, de les distribuer *gratis* ou de les vendre, sans bénéfice, et sans aucun intermédiaire, aux classes laborieuses et nécessiteuses de la campagne, lorsqu'elles souffrent temporairement de la cherté des denrées de première nécessité.

L'Exposition présente cet excellent enseignement de faire connaître les véritables et honnêtes producteurs, — le prix moyen des denrées agricoles et alimentaires dans les lieux de production, ou sur les grands marchés d'approvisionnement. — Il est alors très-facile de constater la différence et l'exagération des prix de vente par les intermédiaires commerçants, dont le nombre exagéré et inutile est le principal obstacle au bien-être des petits producteurs et consommateurs.

L'Exposition montre les *habiles*, que nous ne nommerons pas, ces *commerçants en réputation* de tous les pays, qui ont fait des efforts d'imagination pour attirer et flatter l'œil des visiteurs et des membres du jury. Les plus habiles commerçants et exposants, en un mot, sont ceux qui ont imaginé les procédés les plus perfectionnés pour dénaturer les produits naturels, pour leur donner une apparence plus séduisante, afin de parvenir à mieux tromper l'acheteur.

Céréales et leurs farines.

Nous nous bornerons à indiquer les principales espèces qui forment, dans un pays, le fond de sa culture et de la nourriture de la population. C'est dire en même temps que ces espèces figurent en quantité et en qualité dans les expositions des divers pays. La France surtout se distingue par la variété et la beauté de ses céréales, farines et autres produits alimentaires. Cette nombreuse exhibition ne prouve pas, à notre avis, que la France produit plus et mieux que les autres pays agricoles. L'orgueil national ne doit pas nous porter à proclamer un fait incertain et douteux. Disons seulement que la France est l'un des pays les plus fertiles en denrées alimentaires, les mieux cultivés, les mieux pourvus de propriétaires, d'agriculteurs, de meuniers habiles et de flatteurs. Aussi, loin d'imiter le langage louangeur et peu instructif de ces derniers, nous ne traiterons que la question technique et usuelle des aliments farineux et autres.

Les farines de blés demi-durs et tendres, dites de *gruaux blancs*, sont généralement employées dans tous les pays civilisés pour faire le pain blanc de première qualité. C'est là le pain le plus estimé et le plus digestif. Évidemment

toute population s'efforce de cultiver le *froment*, dont la plus grande partie se consomme sur place, excepté en Russie, aux États-Unis d'Amérique, en Australie, etc., qui en exportent beaucoup.

Les froments ou blés durs d'Italie, d'Algérie et de l'Auvergne sont préférables à tous les autres blés pour la fabrication des meilleurs vermicelles, macaronis et autres pâtes moulées, dites *d'Italie*. Le *couscous* ou *couscoussou* des Arabes de l'Algérie, fait avec le gruau ou grain concassé de cette céréale et cuit avec de l'eau, de la viande et du sel, ou avec du lait et du beurre, est un aliment très-nourrissant.

Le *seigle*, qui est toujours à meilleur marché que le froment dans tous les pays, à cause de la facilité de sa culture et de l'abondance de son rendement, est le plus employé, à défaut de froment, pour la nourriture, souvent unique, des habitants de quelques contrées pauvres ou peu avancées en agriculture, de la France, de la Belgique, de la Hollande, de la Prusse, de l'Allemagne, de la Russie, du Danemark, de la Suède et de la Norwége.

La farine de seigle est exclusivement en usage à Paris, à Rheims et ailleurs, pour fabriquer le pain d'épices. A Dijon, le meilleur produit de cette espèce, qui porte le nom et la marque du fabricant, est confectionné avec la farine de pur froment. Quelquefois on y mélange une moitié de farine de seigle pour obtenir des produits à meilleur marché, que les fabricants vendent aux marchands forains, sans aucune garantie de marque ou d'étiquette quelconque. Nous signalons au public cette honnête manière de faire, qui devrait être imitée par tous les fabricants quelconques, afin de sauvegarder leur réputation et d'éviter les tromperies sur la nature de la marchandise vendue.

L'*orge* brute se vend encore meilleur marché que le seigle, ce qui n'empêche pas les herboristes et les grainetiers, surtout les pharmaciens, de la vendre à un prix beaucoup plus élevé, sous les noms d'*orge mondé* (ou orge décortiquée), d'*orge perlé* (ou orge arrondie par le frottement entre deux meules). Sous cette dernière forme, qui nécessite une sorte de mouture peu coûteuse, dans laquelle les Hollandais ont acquis une réputation réelle de supériorité, l'orge s'emploie en Allemagne, en Alsace et en Suisse, pour faire des potages avec du bouillon, ou du lait, ou de l'eau, du beurre et un jaune d'œuf. On emploie plus généralement l'orge brute, germée et desséchée, sous le nom de *malt*, pour faire de la bière et d'autres boissons similaires.

La farine d'orge ordinairement chargée de son enveloppe externe, qui a été réduite en poudre grossière sous l'action de la meule, donne un pain compacte à cause de l'absence du gluten, dit M. Payen, indispensable pour faire lever la pâte.

L'*avoine mondée* ou *décortiquée* est également employée dans la confection des potages, principalement en Angleterre. En grillant ou torréfiant légèrement l'avoine noire, revêtue de ses enveloppes corticales, on obtient un succédané véritable et très-économique du thé, dont l'infusion offre un parfum très-agréable, analogue à celui de la plante chinoise.

Le *sarrazin*, réduit en farine grossière, est un aliment nourrissant, suivant l'opinion de certains amateurs de cette céréale, que les habitants robustes de quelques contrées pauvres ou inintelligentes de la Russie, de la Bretagne, de la Hollande, de la Normandie, de la Savoie et du Piémont, savourent avec délice, surtout lorsqu'il est préparé, sous la forme de galette ou de gâteau, avec du lait et un peu de sucre. Les enthousiastes prétendent même, mais fort à tort, que la galette de sarrazin, préparée au lait ou au beurre ou à la graisse, est plus nourrissante que le pain de froment et le pain de seigle. Cette exaltation du sarrazin est assurément très-exagérée et contraire, d'ailleurs, à la vérité. Nous ne nous

expliquons pas pourquoi le jury a accordé pour ce piteux produit alimentaire une médaille d'argent à un producteur hollandais, trois médailles de bronze à trois autres producteurs du même pays et une quatrième à un exposant russe. Ces récompenses prouvent seulement, et très-certainement, qu'en Russie et en Hollande les habitants sont plus mal nourris qu'en France.

Le *maïs* ou *blé de Turquie* mérite assurément plus d'estime que le sarrazin, parce qu'il est plus nutritif et plus salubre ; la preuve en est fournie par la virilité des habitants de certaines contrées de l'Amérique et de l'Italie, qui l'ont adopté pour leur nourriture la plus habituelle. En France, dans les Landes, le Jura, le Doubs, la Côte-d'Or, on en consomme beaucoup pour faire des bouillies à l'eau et au lait, des gâteaux en pâte ferme cuite au four.

Aux États-Unis d'Amérique, la farine de maïs, obtenue par des moyens spéciaux de mouture, est exportée journellement vers les lieux où le blé manque complétement, et dans les contrées très-éloignées où la récolte des céréales et des autres substances alimentaires est insuffisante. Cette farine est soigneusement blutée, desséchée, emballée et comprimée dans des tonneaux hermétiquement clos, cerclés et peints à l'huile. Ainsi préparée, la farine de maïs supporte facilement les longs voyages et se conserve longtemps.

M. Betz, meunier français, a inventé un très-utile perfectionnement dans la mouture économique du *maïs*, à l'aide duquel il obtient de belles farines qui se conservent longtemps sans acquérir la moindre acreté ni la moindre odeur rance, « et qui peuvent être mises au rang des meilleures substances alimentaires, dit M. Payen, pour la préparation des potages et de différents mets sucrés. »

Farineux, fécules, racines et fruits féculents.

Le *riz* constitue le fond de la nourriture des Turcs pauvres et aussi des Chinois, des Japonais, de divers peuples de l'Inde et des îles voisines (du moins près des rivières), des nègres de Madagascar et de ceux des côtes de Mozambique et de Guinée. C'est peut-être, suivant De Candolle, la plante qui nourrit le plus grand nombre d'hommes, et une de celles qui, pour une surface donnée de terrain, procure la plus grande quantité de matières nutritives.

Suivant M. Payen, le riz ne mérite pas tout l'intérêt que son usage inspire à beaucoup de monde.... Il est si peu nourrissant, que les hommes, qui en font usage, en consomment un volume énorme.

En réalité, le riz, d'après l'analyse chimique de M. Payen, est le plus pauvre des farineux alimentaires soit en substances azotées, soit en matières grasses et en sels minéraux.

« Dans l'intérêt de la salubrité publique, ajoute M. Payen, on ne saurait donc encourager la formation des rizières ; mieux vaudrait assainir les terres où elles sont établies, en faisant écouler les eaux par un drainage spécial, et en les livrant ensuite à une toute autre culture. »

Le jury international de la classe 67 n'a pas adopté, sans doute, cette juste condamnation du riz, car il a décerné nommément une médaille d'or à MM. Monari frères, de Bologne (Italie), pour la culture du riz, 20 médailles d'argent et de bronze, et 6 ou 7 mentions honorables à d'autres producteurs ou fabricants de farine de riz, de la Belgique, de l'Italie, de l'Espagne, du Portugal, du Brésil, de l'Inde anglaise et des colonies françaises. Un seul exposant français, M. Alfred Langer, du Havre, a obtenu une médaille d'or pour *riz* et *issues de riz*, dit le catalogue officiel des récompenses ; mais cette médaille s'applique seulement à des procédés de mondage et de mouture des riz étrangers.

Le *millet*, qui entre dans la culture des pays plus méridionaux que les 45° et 47° de latitude, fournit aussi à quelques populations une nourriture exclusive, quoique peu avantageuse.

Le *sorgho*, cultivé depuis longtemps en Italie, surtout en Toscane, en Afrique et dans l'Inde, offre également une nourriture peu avantageuse.

La *fécule de pomme de terre* et ses congénères ou imitations de l'arow-root, du sagou et du tapioca de l'Inde et du Brésil, ont été dédaignés, ou du moins ces produits n'ont pas été désignés et récompensés sous leurs véritables noms.

Le jury, par pure déférence pour les notables commerçants qui exploitent fructueusement ce genre de produits trompeurs, quant au nom de la marchandise, a préféré conserver l'*incognito* et le secret de fabrique. La vérité cependant était bonne à dire, et le jury raisonnable devait appeler les choses par leurs noms :

J'appelle un chat un chat et Rollet un fripon.

Il nous semble que le jury aurait dû différencier les fécule, sagou et tapioca de la pomme de terre, et ne pas les confondre avec l'*arow-root* des colonies et de l'Inde, qui est extrait du *maranta arundinacea* ou des racines de patate ou d'igname, ni avec le *tapioca* du Brésil, provenant des mêmes substances et d'un mode de chauffage plus intense et plus prolongé pour obtenir la granulation des grains féculents.

Le véritable *sagou*, provenant de la fécule de la moëlle du *cycas circinalis*, était digne d'une distinction particulière, en raison de sa supériorité marquée sur les sagous indigènes et du Brésil.

La *farine de manioc*, dont on retire les propriétés vénéneuses par la cuisson, méritait également une mention particulière, sinon pour vanter ses qualités alimentaires, qui sont très-douteuses, au moins pour apprendre aux ignorants que c'est spécialement de cette farine, que les Brésiliens retirent aujourd'hui l'arow-root, le sagou et le tapioca, dit *du Brésil*, si estimé sur toutes les places du monde.

Le jury a oublié également de mentionner les fruits du bananier, du cocotier, de l'arbre à pain, du baquois, les racines de l'*arum esculentum* et du Tacca, l'igname, la patate même, que l'on cultive en grand dans le midi de la France, le *quinoa*, l'*arra catcha*, etc., etc. ; enfin tous les produits alimentaires de nos colonies, de l'Algérie, de l'Asie, du Nouveau-Monde, que l'on ne vend pas journellement chez les célèbres fournisseurs de la capitale.

La *châtaigne* peu nutritive, mais savoureuse, est la nourriture la plus habituelle, pendant huit mois de l'année, des populations du Limousin, du Périgord et de quelques contrées des Apennins. Partout ailleurs elle n'est qu'un fruit de dessert et de luxe.

Semoules et pâtes alimentaires.

Les bonnes *semoules* sont des grains de blé dur, plus ou moins granuleux qu'on obtient très-purs, entièrement dépourvus de *son*, en les faisant passer successivement par plusieurs sas, cribles, tamis et bluteaux de différentes finesses. C'est avec les semoules demi-fines, produits du meunier-semouleur et d'un mode particulier de mouture, dite *en gros*, que l'on fait des potages nourrissants et digestifs. Les *semoules communes* sont faites avec du blé demi-dur ou tendre.

Les bons *vermicelles*, *macaronis* et autres pâtes, *dites d'Italie*, sont fabriqués avec la fine semoule de blé dur, réduite en *farine blanche*, qui est la meilleure partie du blé. Cette farine est pétrie comme pour faire le pain, avec le moins d'eau possible, très-pure et tiède, afin d'obtenir une pâte homogène et dense ;

celle-ci ne devient molle et élastique qu'après un pétrissage très-soigné, exécuté avec vitesse au moyen d'un *pétrisseur mécanique*. Lorsque le pétrissage est terminé, on fait subir à la pâte une sorte d'écrasement ou de laminage soit à l'aide d'un instrument appelé *broie à vermicellier*, soit à l'aide d'une *presse à vis* ou d'un *laminoir*. Ensuite la pâte est moulée sous la forme de *vermicelle* ou de *macaroni*, en la soumettant à l'action d'une *presse filière*, appelée *vermicelloire*, dont le récipient, qui reçoit la pâte, est en cuivre et entretenu à une température constante et modérée, obtenue avec de l'eau chaude ou de la vapeur circulant dans une double enveloppe.

Les *lazagnes* et *noudles*, qui ont la forme de rubans minces, sont fabriqués par des moyens semblables et subissent, en définitive, une sorte de laminage sous l'action d'une presse cylindrique. Le rouleau de cette presse est cannelé pour obtenir des *pâtes ondulées*.

Les pâtes en petits filets minces sont obtenues par le découpage d'un *couteau circulaire rotatif* avec plusieurs lames tranchantes, et celui-ci accompagne la marche du vermicelloire.

Avec un *découpoir-presse* on donne à la pâte réduite en ruban ou filet, à sa sortie de l'appareil compresseur, des formes variées, *étoiles*, *losanges*, *lentilles*, *roues*, *graines de courge* ou *de melon*, etc.

Au résumé, les procédés de moulage et de façonnage des pâtes sont vulgaires et pratiqués depuis longtemps dans plusieurs pays de l'Italie, qui en a conservé le monopole et le secret pendant plus d'un siècle.

Dans son livre *de nutrimentis*, Charles Étienne, qui écrivait vers le milieu du XVIe siècle, parle du vermicelle (sans le décrire) qui se servait alors en potage. Le macaroni, d'après cet auteur, était tout simplement un composé de mie de pain, réduite en boulette, qu'on humectait avec du bouillon et qu'on saupoudrait de fromage.

D'après *Liébaut*, la Provence cultivait, en 1574, l'espèce particulière de froment avec laquelle on faisait la semoule. Néanmoins on tirait annuellement d'Italie, surtout de Naples, beaucoup de semoule de froment, que « les médecins ordonnaient aux malades, dit cet auteur, en forme de bouillie ou de panade avec du bouillon de volaille ; » et il ajoute que cette semoule était *blonde*.

Le Grand d'Aussy, dans son *Histoire de la vie privée des Français* (1782), nous apprend qu'au commencement du XVIIIe siècle on fabriquait des pâtes alimentaires à Marseille, « où les boulangers, dit-il, étaient tous vermicelliers par état. »

Mais les pâtes alimentaires des boulangers marseillais, à cette époque, n'étaient pas semblables au vermicelle et au macaroni que nous connaissons aujourd'hui, puisqu'on n'employait pas alors, en France du moins, le vermicelloire, dont la date de l'invention est inconnue et non justifiée par les documents historiques, antérieurs à 1750.

On peut affirmer seulement que la création de la vermicellerie mécanique à Paris est due à Malouin, qui l'a pratiquée et décrite, en 1760, dans un livre intitulé : *Art du vermicellier*.

Le Grand d'Aussy rapporte que Malouin choisit pour son collaborateur un sieur *Sap*, provençal, qui fut nommé plus tard vermicellier du roi. « Les travaux du sieur Sap réussirent, dit-il, au point qu'il eut des imitateurs. » Cependant le goût des pâtes, d'après le même auteur, loin d'être devenu général, comme en Italie, était concentré dans la classe riche de la capitale. Quant à la province, le nom de ces pâtes y était à peine connu. La consommation du vermicelle a commencé seulement à s'y répandre un peu vers la fin du siècle dernier, depuis que Napoléon Ier avait conduit nos armées victorieuses en

Italie, à Gênes, à Naples, où les lazzarones ne prennent habituellement d'autre nourriture journalière que le macaroni cuit à l'eau, « qui remplace tout à la fois le pain et la viande, » suivant l'expression très-heureuse de M. Payen.

Aujourd'hui la production française des semoules et pâtes alimentaires a atteint le chiffre de 30 millions de francs au moins ; et l'on peut apprécier sûrement l'importance de ces deux industries par le nombre des exposants français, meuniers-semouleurs et fabricants de pâtes alimentaires (trente environ). Le nombre des exposants étrangers des diverses nations, surtout d'Italie, est encore plus considérable. Cela prouve que la consommation des pâtes se généralise peu à peu dans tous les pays du monde, principalement en Europe ; mais il faut constater que cette consommation est encore très-lente et très-minime, eu égard à l'importance alimentaire des pâtes qui sont, après le lait, les œufs, la viande et le pain, les substances les plus nutritives et les plus économiques de tous les composés connus.

Les pâtes alimentaires d'une bonne qualité (1) se conservent presque indéfiniment, du moins sans altération bien sensible ; elles sont susceptibles d'être emmagasinées avec avantage dans les années d'abondance, pour être livrées à la consommation dans les années de disette. Sous ce dernier rapport de la conservation indéfinie et certaine, les bonnes pâtes présentent une immense ressource alimentaire pour les approvisionnements de la marine et des pays lointains ; elles sont supérieures et préférables incontestablement à tous les autres produits farineux, à l'exception du pain frais, au biscuit de mer, qu'elles devraient remplacer presque exclusivement dans les approvisionnements maritimes.

En raison de toutes ces précieuses qualités, le jury international, bien éclairé, bien convaincu ou séduit par la beauté des produits similaires d'une foule d'exposants, a décerné très-justement à ces derniers 12 médailles d'or, 13 médailles d'argent, 8 médailles de bronze et 10 mentions honorables.

Peut-être aurait-on le droit, non sans raison, de reprocher au jury de la classe 67 d'avoir prodigué les médailles d'or ? Il a agi, sans aucun doute, pour satisfaire l'amour-propre du plus grand nombre ; mais il eût fait mieux, beaucoup mieux, en distinguant particulièrement le véritable inventeur, qui est et doit être le *primus inter pares*. A défaut d'inventeurs ou d'inventions nouvelles et bien caractérisées, qui manquaient dans l'espèce, la multiplicité des médailles d'or devient une prodigalité mal entendue.

Légumes et fruits de dessert.

Ces produits importants résultant des travaux combinés de l'agriculture et de l'horticulture industrielles et domestiques, sont, après le pain et la viande, les deux plus grandes ressources de l'alimentation générale et salubre. On peut même dire que les légumes et les fruits frais, ou conservés à l'état sec, sont les ressources les plus importantes et les revenus les plus élevés de la culture du sol, après les céréales. En effet, en calculant la consommation individuelle, pour la France seulement, à raison de 15 centimes par jour, soit, en nombre rond, 55 francs par année, on obtient une production annuelle de légumes et de fruits pour une valeur de deux milliards deux cents millions de francs. Cette immense

(1) Suivant le témoignage de feu Magnin, de Clermont-Ferrand, qui a perfectionné très-sensiblement la fabrication des pâtes italiennes, il lui a fallu résoudre, « pour obtenir la « pureté, la finesse et la transparence de ces produits, des problèmes de mélange de dif- « férentes semoules, ainsi que des problèmes de dosage et de pétrissage et de séchage « méthodiques, afin de conserver à la pâte sa couleur, sa saveur et son parfum naturel. » Aujourd'hui ces problèmes résolus et connus guident tous les fabricants.

production, qui compte aussi le plus grand nombre d'exploitants agricoles, horticoles et commerçants intermédiaires, est représentée très-pauvrement à l'Exposition par une centaine de personnes disséminées dans les classes 43, 71, 85 et 86. Et encore, dans ce nombre infime, les fabricants de légumes et de fruits de luxe, conservés dans l'alcool ou d'après la méthode d'Appert, forment-ils la plus grande majorité (classe 71) !!! Sauf deux ou trois exposants français, parmi lesquels il est permis de compter le rédacteur de cet article, les étrangers seuls ont exposé brillamment des légumes secs, tels que haricots, pois, fèves et lentilles. Une dizaine de propriétaires de l'Algérie et des colonies françaises ont envoyé des produits exotiques, oranges et citrons à l'état frais, dattes, figues, ananas et autres fruits conservés, amandes, noix, noisettes et raisins secs. Mais la plupart de ces produits sont très-piteusement préparés et inhabilement exposés, comme des échantillons curieux, dans des bocaux en verre blanc.

La plus riche industrie des pruneaux d'Agen, de Tours, de Brignoles, etc., ne compte qu'un seul exposant français, simple marchand de comestibles à Paris (classe 71).

Un propriétaire ou producteur de fruits secs, à Chinon, a exposé, dans l'annexe de la classe 43, quatre ou cinq bocaux à peine remplis de *poires tapées*, *pommes*, noix, noisettes et amandes sèches du pays.

Les *châtaignes* et *marrons* si renommés, dits *de Lyon*, n'ont même pas un représentant quelconque de l'Auvergne, du Limousin ou de la Savoie, au moins pour motiver et faire excuser leur absence, justifiée peut-être par la difficulté de les conserver, pendant les chaleurs de l'été, dans un état convenablement satisfaisant et flatteur à l'œil du public gastronome.

Le *dattier*, originaire de l'Afrique septentrionale, généralement cultivé en Algérie et sur toute la côte africaine de la Méditerranée, donne un fruit abondant et un des plus nourrissants qui existent.

Ce fruit précieux n'a été ni vu, ni apprécié, ni récompensé par le jury spécial de la classe 71, qui a décerné une médaille d'or à un exposant pour des truffes conservées, des médailles d'argent et de bronze pour des pâtes de pommes, des amandes, des figues, des noix, des noisettes, des raisins secs, etc.; ce même jury n'a même pas accordé une simple mention honorable aux producteurs de prunes sèches, de pommes et de poires tapées, qui présentent un grand intérêt alimentaire et commercial.

Une des grandes singularités de l'exposition des fruits est assurément celle d'une médaille d'argent, décernée par le jury international à un restaurateur renommé de la capitale pour une *collection de fruits frais* (classe 71).

Cette largesse du jury, faite à l'un de ses membres adjoints, et, par conséquent, hors de concours, peut paraître étrange, en dehors des usages ordinaires; mais le mode d'exposer une collection de fruits frais, de diverses provenances, et qui ont été remplacés, à volonté, est encore plus étrange.

L'auteur de cet article, qui a exposé lui-même, à côté de l'heureux médaillé, une collection de légumes et fruits secs ou conservés par divers procédés, anciens et nouveaux, a vu, de ses propres yeux vu, les changements successifs et la mise en scène des fruits de son voisin — mise en scène très-habile pour... séduire les juges de ce spectacle industriel.

Une autre singularité, que nous n'avons pas mission d'expliquer, est plus spéciale au même jury, qui n'a décerné aucune médaille à M. Dubard-Dutartre, de Corbeil, pour ses fèves, haricots, lentilles et pois décortiqués par la voie chimique. Cette invention méritait assurément mieux, et beaucoup mieux qu'une mention honorable, si ces légumes offrent aux consommateurs tous les avantages que l'inventeur annonce dans son prospectus imprimé, à savoir :

« 1° Goût naturel ;

« 2° Cuisson prompte et parfaite, et par conséquent économie de temps et de combustible ;

« 3° Agréables au goût, ces produits ne seront plus indigestes ni incommodes (étant privés de l'écorce qui en rend la digestion laborieuse en fatiguant l'estomac) ;

« 4° Ces légumes sont à meilleur marché que ceux ordinaires, puisqu'une faible quantité produit un rendement supérieur ;

« 5° Les préparations que subissent tous ces produits en rendent la conservation indéfinie ;

« 6° Ces légumes et leurs gruaux seront d'une très-grande ressource pour les administrations de la guerre et de la marine, en leur permettant, sous des volumes restreints, de pourvoir à l'alimentation des troupes. »

Le jury a-t-il soupçonné ou découvert, sans avoir expérimenté par lui-même (ce que l'on nous a assuré), que le mérite hygiénique de ces légumes décortiqués chimiquement était très-contestable ? C'est là une question très-délicate, que nous ne nous permettons pas de résoudre *proprio motu*.

Enfin, nous signalerons une troisième singularité du jury de la classe 71, qui a décerné une médaille de bronze à la Société d'agriculture de Châteauroux, et cette Société a exposé une collection de *fruits en plâtre*, effigies des plus beaux fruits cultivés dans le département de l'Indre.

Produits agricoles non alimentaires pour les arts industriels.

Comme nous ne devons pas empiéter sur le riche domaine de nos collaborateurs, qui sont chargés de rédiger des études spéciales sur les exploitations rurales, forestières et industrielles, et qui embrassent ainsi tous les produits agricoles non alimentaires, tels que les bois et les matières filamenteuses (laine, soie, coton, chanvre, lin, jute, sparterie, etc.), nous nous bornerons à la simple mention de la valeur approximative de ces produits bruts, pour la France seulement, s'élevant, par année, à plus de quatre milliards, en évaluant la consommation individuelle à la somme de 100 francs par an.

Nous ne tenterons pas de dévoiler les richesses ignorées des cultures exotiques, des tabacs, des épices, des matières tinctoriales et médicinales, qui offrent un chiffre d'achat à l'étranger de plus de deux cents millions par année ; nous ne dirons même pas l'importance des cultures indigènes du tabac, des plantes tinctoriales et médicinales, des graines oléagineuses, de la fabrication des huiles comestibles et à brûler, des distilleries agricoles et d'une foule d'autres produits d'une importance inférieure ou secondaire, mais dont les valeurs réunies forment un total de plusieurs millions, qui accroît le chiffre de la production territoriale.

Nous ne citerons que quelques produits usuels qui ne sont pas représentés à l'Exposition, ou qui y sont mal représentés, en trop petite quantité, avec une installation peu digne, peu instructive et peu favorable à un examen sérieux.

Ce sont :

1° Les *peaux brutes*, *suifs*, *os*, *cornes*, *plumes*, *poils*, *crins* et autres déchets animaux qui se consomment sur place ou se perdent, le plus souvent, sans aucun profit pour l'agriculture, l'économie domestique et l'industrie, estimés à. . . . . 30 millions

2° Les *abeilles*, dont la cire et le miel valent. . . . . 10 —

A reporter. . . . . 40 millions

Report.	40 millions
3° Les *pailles ouvrées* pour la confection des chapeaux d'hommes et de femmes, nattes, paniers, garnitures de siéges, etc., s'élevant à.	5 —
4° Les *osiers, aunes, branchages flexibles* pour la fabrication des objets de vannerie, récipients d'emballages, clôtures rustiques, estimés à	3 —
5° *Joncs aquatiques et terrestres* employés pour faire des tapis, stores, paillassons, couvertures de constructions rustiques, etc., estimés à.	2 —
Total	50 millions.

Cette valeur imposante de la petite production agricole, que nous appellerons domestique, méritait d'être signalée.

Appareils et machines agricoles.

Si l'on peut juger avec quelque certitude les progrès et la supériorité de l'agriculture d'un pays, c'est assurément en étudiant avec soin, et sans prévention aucune, les instruments aratoires et perfectionnés de ce pays. Au double point de vue de la multiplicité et de la perfection des machines aratoires, l'Angleterre et les États-Unis d'Amérique (Nord) sont réellement les deux premières puissances agricoles du monde. En effet, c'est dans ces deux pays que l'on travaille plus habilement la terre, avec une plus grande économie de main-d'œuvre, une plus grande promptitude et la plus judicieuse entente de toutes choses, afin de lui faire produire le plus et le mieux possibles.

En France, sans aucun doute, on cultive aussi très-intelligemment et très-économiquement la terre en employant des machines et des procédés perfectionnés ; mais cette culture intelligente et économique n'est pas générale : elle est principalement l'œuvre de trois ou quatre cents riches propriétaires fonciers, éparpillés dans toute la France (en moyenne trois ou quatre par département). Quelques-uns ont compris et adopté, depuis l'Exposition universelle de Londres, en 1851, certains instruments aratoires de l'Angleterre (*charrues* et *semoirs* de MM. Howard et Fowler, *batteuses* de MM. Clayton et Hornsby, *locomobiles* de MM. Garrett et Ransomes, *faneuses*, hache-paille, coupe-racines de divers inventeurs anglais, et notamment les manéges à cheval de nos constructeurs français, de M. *Lotz*, à Nantes, de M. *Cumming*, à Orléans, de MM. *Duvoir* et *Albaret*, à Liancourt). Ces derniers, stimulés par les bons exemples des constructeurs et propriétaires anglais, plus encore par les commandes nombreuses et leurs propres intérêts, ont inventé et perfectionné, à leur tour, les instruments aratoires de nos voisins d'outre-Manche.

Les *faucheuses et moissonneuses américaines* sont encore soumises à l'épreuve de la pratique, afin de bien constater dans quelles conditions on peut les employer en France. Toutefois, nous pouvons dire, dès aujourd'hui, d'après le témoignage des hommes compétents, que l'on peut se servir avec avantage, dans les grandes exploitations rurales, des machines pour faucher et moissonner ; mais nous ne voulons pas discuter ici le mérite, l'utilité et les inconvénients de ces machines et des perfectionnements dus aux constructeurs anglais et français, parce que cette discussion nous éloignerait du but de cette étude sur les appareils agricoles. D'ailleurs, un de nos collaborateurs, plus compétent que nous dans les questions de génie agricole, M. Grandvoinnet doit traiter cette question.

A. Rouget de Lisle.

XXXV

APPAREILS PLONGEURS

CLOCHES. — SCAPHANDRES. — NAUTILUS.

Par M. **E. EVEILLARD**,

Ancien Officier de la marine impériale.

Planche LXI.

I

Dès l'antiquité la plus reculée, l'homme s'est préoccupé des moyens de se soutenir sur l'eau; l'art de la natation était en honneur chez les anciens autant que celui de la lutte et de la course. Après avoir réussi à se mouvoir dans l'élément liquide, la tête en dehors, on s'inquiéta de la possibilité de plonger, de respirer dans l'eau, de travailler à toutes les profondeurs dans le but de retrouver des trésors perdus, et surtout dans celui d'en extraire de nouveaux du sein de l'Océan; les moyens dont on se sert encore aujourd'hui sur les côtes napolitaines et de Tunisie pour récolter le corail, et sur les côtes de Syrie pour se procurer les éponges, sont les mêmes que ceux employés par les habiles plongeurs de la Grèce antique : les habitants de l'Archipel soutiennent vaillamment la réputation de leurs ancêtres chantés par Homère. (Livre XVI, vers 740, *Iliade.*)

Pline le naturaliste nous apprend que Scyllès de Sienne, réputé le plus habile plongeur de son temps, put aller, avec sa fille, couper sous l'eau les câbles de plusieurs navires de la flotte de Xerxès assaillis par une violente tempête. Il favorisa ainsi leur échouage, après lequel les marins perses furent massacrés par l'armée grecque.

Au siége de Tyr, Alexandre le Grand eut l'idée de jeter une digue qui établît un passage constant et assuré entre l'île et la côte; mais d'habiles plongeurs de la ville assiégée réussirent à couper les câbles des navires assiégeants, et par suite à retarder la construction de la digue. A cet effet, ils se servaient de crics, qui, fichés dans les pilotis, parvenaient à entraîner les arbres et les pierres amoncelées; l'ensemble ne tardait pas à s'ébranler, et le premier vent un peu violent faisait écrouler les travaux commencés.

Dionysius Cassius, dans son *Histoire romaine*, assure que les soldats romains occupés au siége de Bysance par Septime Sévère, étaient comme frappés de terreur en voyant leurs propres galères déserter d'elles-mêmes, en dépit de leurs efforts pour les retenir, et tomber au pouvoir des assiégés. Le fait était cependant facile à expliquer : d'habiles plongeurs avaient attaché à l'étambot des navires de forts câbles sur lesquels agissait la population de la ville pour attirer les galères à la côte.

Dans les temps plus modernes, en 1372, une flotte porta la dévastation dans l'escadre de lord Pembrocke au moyen de bateaux chargés de combustible. Cependant aucun moteur apparent ne leur communiquait le mouvement; guidés

ou plutôt remorqués par des hommes habitués à franchir de grandes distances entre deux eaux, les barques incendiaires purent arriver jusqu'à la flotte ennemie.

Toutes ces tentatives, plus ou moins réussies, aboutirent nécessairement à l'invention d'un appareil permettant à l'homme d'agir sous l'eau avec la même facilité qu'à l'air libre.

Aristote prétend que l'invention de cet appareil appartient aux temps héroïques, et qu'il est impossible d'en fixer la date, l'usage remontant à la plus haute antiquité.

Roger Bacon assure qu'Alexandre le Grand lui-même s'est servi de machines pouvant lui permettre de se déplacer sous l'Océan, et qu'il prit *grand plaisir* à observer les secrets de la mer.

Les pêcheurs de l'Adriatique, en présence du doge et de plusieurs sénateurs, en 1552, firent des expériences avec un appareil en forme de cuve, et l'un d'eux put rester sous l'eau environ deux heures. La machine avait près de cinq mètres de haut et trois mètres de large.

Telle fut l'origine de la cloche à plongeur.

Il est à croire que toutes ces machines étaient grossièrement construites, et que ce n'était qu'avec une extrême difficulté qu'on pouvait parvenir à envoyer aux poumons du plongeur l'air frais nécessaire à la respiration ; il est, en effet, de toute nécessité pour l'entretien de la vie organique que le sang veineux se change en sang artériel avec une rapidité donnée, sous peine d'asphyxie. Au commencement du dix-septième siècle, des traités sur la manière de fabriquer les cloches à plongeur ont été imprimés ; les Vénitiens, qui étaient les premiers navigateurs du monde jusqu'au jour où Vasco de Gama découvrit une nouvelle route pour se rendre aux Indes, avaient aussi des livres où était expliqué l'art de marcher, de travailler dans l'eau en y *respirant facilement*. Cette facilité de respiration peut être considérée comme fallacieuse si on lit avec attention la description de la cloche en usage en 1620. Cet appareil, entièrement rudimentaire, se composait d'une grande cuve renversée introduite dans l'eau par sa partie inférieure ; la partie supérieure livrait passage à des tuyaux flexibles appelés cornemuses ou trompes d'éléphant ; un bout de ces tuyaux venait aboutir à la tête du plongeur et l'enveloppait tout entière ; de là son nom de capuchon de plongeur. Pour forcer l'air à descendre dans ces tuyaux, on l'insufflait au moyen de puissants soufflets à main.

En comparant cette machine à celle que l'Américain Wills fit connaître en 1723, on pourra se rendre compte du progrès immense apporté dans la confection et l'usage de la cloche à plongeur qui, plus tard, fut remplacée avec toute espèce d'avantages par le scaphandre.

La *cloche à plongeur* est une machine en bois épais ou en fer fondu, ouverte par le bas et emménagée pour que des hommes placés à l'intérieur puissent y être à l'aise, descendre avec l'appareil, remonter avec lui, examiner le fond des eaux, en un mot exécuter tous les travaux sous-marins impossibles ou trop difficiles pour des plongeurs isolés. Des verres lenticulaires très-épais sont placés de distance en distance autour de la cloche et sur ses parois pour permettre l'accès de la lumière à l'intérieur ; d'autres ouvertures sont également ménagées sur les côtés et sur la partie supérieure, à l'effet de renouveler l'air respirable et d'expulser l'air vicié, ce qui s'obtient au moyen d'une pompe envoyant à l'aide de tuyaux flexibles aboutissant aux ouvertures un air pur et pris dans l'atmosphère environnante.

La manœuvre de la cloche ne présente aucune difficulté. L'appareil est suspendu à un fort espare ou à un système de bigues bien consolidées, puis après

avoir été suffisamment chargé de lest, il est descendu à la hauteur de l'eau; les travailleurs y prennent place et la cloche continue son mouvement de descente : arrivés à la hauteur convenable pour exécuter les travaux ordonnés, les plongeurs font un signal convenu et le mouvement de l'appareil est arrêté. Les hommes chargés de la manœuvre de la pompe à air commencent alors à chasser de l'air frais dans l'intérieur de la cloche, et ils continuent jusqu'au moment où la cloche est ramenée à la surface de l'air. Celle-ci est alors visitée, nettoyée, mise en état de faire une nouvelle descente.

Il est facile de comprendre les défauts d'une semblable machine : d'abord, le très-grand inconvénient de ne pouvoir permettre le travail que sous son enveloppe, la difficulté de son déplacement, car il est rare qu'on parvienne à la faire arriver du premier coup à côté du point qu'elle occupait précédemment.

De plus, au fur et à mesure que la cloche descend et que l'épaisseur de la couche d'eau augmente, l'espace occupé par l'air diminue : ainsi, arrivée à une profondeur de dix mètres quatre-vingt centimètres, l'air n'occupe plus que la moitié de la capacité de la cloche, et si l'appareil s'enfonce davantage, l'espace occupé devient encore moindre; tout en restant propre à la respiration, l'air n'en est pas moins promptement vicié.

C'est à l'abbé de Lachapelle que nous sommes redevables du premier appareil appelé scaphandre ou bateau-homme (σκάφη, barque, ἀνδρός, de l'homme), qui n'a aucun des inconvénients des cloches précédemment en usage.

L'abbé de Lachapelle a livré à l'impression, en 1755, un Traité de la construction théorique et pratique de sa nouvelle machine. L'inventeur avoue que l'idée lui en est venue en 1769. Frappé du nombre considérable de morts causées par les naufrages, il chercha le moyen qui permît au plus mauvais nageur de se soutenir sur l'eau jusqu'aux mamelles, et s'arrêta à celui qui consistait en un gilet de coutil ou de toile de gros chanvre doublé de liége avec échancrure pour les bras, ce qui n'était en réalité qu'une ceinture de sauvetage. Lachapelle proposait aux officiers du génie militaire de revêtir de plastrons semblables les hommes employés à la reconnaissance des places de guerre ceintes de fossés; le plastron en liége était alors à double fin : il permettait la marche dans l'eau et préservait des coups de sabre ou de fusil. Dans ce cas particulier, il recommandait même l'emploi d'un casque en liége revêtu de fer-blanc; ce casque était utilisé comme dépôt de munitions de toute espèce. Au gilet cuirassé, l'inventeur adjoignit plus tard le pantalon en très-forte toile, isolant complétement le corps du nageur du contact direct de l'eau, et n'ayant que juste les dimensions nécessaires pour ne pas devenir un obstacle à la marche.

L'abbé de Lachapelle, comme le plus grand nombre des inventeurs, sinon tous, se faisait les plus grandes illusions sur les perfections et les résultats de son invention. Mais, il faut le reconnaître, c'était là le scaphandre actuel à l'état embryonnaire, et la reconnaissance due à ceux qui en travaillant au perfectionnement des appareils de ce genre sont arrivés à une solution pratique, qui touche aux questions d'humanité, doit remonter jusqu'à lui.

Bien que depuis un siècle le scaphandre ait été heureusement modifié dans tous ses détails, il n'est pas encore arrivé à la perfection désirée, et cette opinion résulte de l'étude faite sur les divers modèles présentés à l'Exposition. Les scaphandres de M. Cabirol et de M. Henck, que l'on peut prendre comme types généraux, se composent des parties suivantes : 1° un appareil enveloppant complétement le plongeur; 2° une pompe à air.

Les fig. 1 et 2, PL. LXI, représentent le plongeur revêtu de l'appareil en entier. Un vêtement imperméable en caoutchouc ou en toile caoutchoutée et fait d'une seule pièce, part du milieu du dos de l'homme, lui couvre tout le corps en for-

mant un pantalon à pieds. Une épaulière en bronze EE, liée au vêtement par un système de bandelettes en cuivre faisant pièce au moyen de vis et d'écrous à oreilles porte à la partie supérieure, en E', un pas de vis qui sert à lier le haut du vêtement avec le casque de cuivre C; celui-ci est muni, à la hauteur des yeux, de deux verres fixes, *rr*, très-épais, protégés par un grillage en bronze, et à la hauteur de la bouche d'un autre verre placé dans un châssis en métal qui se visse sur le casque; en enlevant ce verre dès que le plongeur est sorti de l'eau, celui-ci peut respirer à l'aise dans l'air ambiant. Quelquefois un robinet remplace le troisième verre, et quelquefois encore un quatrième verre est placé au-dessus des trois premiers pour permettre à l'homme de regarder au-dessus de lui sans trop incliner la tête en arrière. L'air pur est envoyé dans le casque par le jeu de la pompe à air et au moyen du tuyau en caoutchouc *a*, de trente-cinq millimètres de diamètre, qui vient se visser sur la tubulure métallique, *t*; — des canaux ménagés sur la paroi intérieure du casque conduisent l'air pur de la tubulure *t* dans le voisinage de la bouche du plongeur. L'air vicié sort directement du casque par une petite soupape renfermée dans une seconde tubulure *t'* (fig. 2), et dont la fermeture s'opère évidemment du dehors au dedans. Cette soupape se lève non pas précisément sous la pression de l'air vicié, mais sous celle que possède l'air envoyé par la pompe ; c'est donc un mélange d'air pur et d'air expiré qui est ainsi rejeté au dehors du casque : sa pression doit toujours être supérieure à celle exercée par la colonne d'eau qui pèse sur la soupape, sinon l'évacuation n'aurait pas lieu assez promptement, et l'asphyxie du plongeur en serait la conséquence.

On conçoit, d'après ces explications succintes, que l'homme emprisonné dans cet appareil est exposé aux troubles organiques résultant de l'introduction dans ses poumons du gaz respirable possédant une pression souvent beaucoup plus grande (une atmosphère pour chaque dix mètres de profondeur d'immersion) que celle de l'air libre. C'est là une imperfection des scaphandres de ce système. Celui de l'invention de M. Rouquayrol-Deynarouse, dont nous allons parler ci-après, l'a évitée presque complétement. Des souliers plombés S, et des plaques de plomb PP, placés sur la poitrine et sur le dos du plongeur lui font un lest suffisant et bien disposé pour le faire couler facilement dans l'eau en conservant la position verticale. La corde *d*, attachée à la ceinture de l'homme, et tenue hors de l'eau dans la main de celui qui dirige la manœuvre de la pompe, sert à transmettre les ordres, d'après la valeur convenue de chaque série de secousses qu'on lui imprime, et à hisser le plongeur hors de l'eau.

La pompe destinée à envoyer l'air (fig. 3) se compose de trois cylindres C, C', C'', munis de pistons et chacun semblablement disposés. Un seul arbre à trois vilebrequins met les pistons en jeu; un ou deux hommes, suivant que la compression à donner à l'air doit être plus ou moins grande, agissent sur les manivelles M du volant V. Le cylindre du milieu, représenté en coupe verticale, permet de se rendre compte de l'effet produit par le mouvement des pistons : il est ouvert à sa partie supérieure, l'air atmosphérique pénètre par le trou I, percé sur la partie supérieure du piston, dans l'intérieur de celui-ci; la soupape S permet ou empêche l'air venant par I de s'introduire dans le corps de cylindre suivant qu'elle est ouverte ou fermée, et il est à remarquer que sa fermeture se faisant de bas en haut, son propre poids la fait descendre et par conséquent la laisse ouverte tant que la pression en C' est égale ou inférieure à la pression atmosphérique. Lorsque le piston descend, l'espace en C' diminue; l'air qui y est contenu diminuant alors de volume, sa pression augmente proportionnellement à cette diminution (suivant la loi de Mariotte), et fait fermer la soupape S contre l'orifice qui met le conduit I en communication avec l'intérieur du piston et avec

l'intérieur du cylindre. Pendant toute la durée de la compression, la soupape S', qui s'ouvre de haut en bas et qu'un ressort hélicoïde R tient simplement appliquée sur son siége lorsque les pressions en C' et en E sont égales, reste ouverte, étant pressée par le dessus; l'air refoulé passe alors de C' dans le conduit E; du conduit E part le tuyau métallique *t'* sur lequel est vissé le tuyau en caoutchouc *t*, qui aboutit au casque du scaphandre. Pendant la montée du piston, S' se ferme parce que la pression de l'air refoulé en E et celle du ressort la pressent en dessous, tandis qu'en dessus l'air se raréfie par suite de l'augmentatiou de son volume, proportionnelle au déplacement ascensionnel du piston; en même temps S retombe et l'air du dehors pénètre de nouveau par I dans le corps du piston et de là dans la chambre C.

La chambre d'air comprimé E est commune aux trois cylindres; les villebrequins où sont attachées les brides qui transmettent le mouvement aux pistons sont conjugués de telle sorte que le refoulement est régulier pour chaque tour des manivelles M. C'est donc le plus ou moins grand nombre de révolutions de ces dernières dans un même temps qui fait augmenter ou diminuer la pression de l'air envoyé au plongeur.

Afin de préserver l'air refoulé de la chaleur déterminée par le frottement des pistons contre les parois des cylindres, autour de ceux-ci circule un courant d'eau prise dans un réservoir extérieur quelconque par le tuyau *a* de la pompe, et dirigée au dehors de la caisse EE par le tube de trop plein *d*. La pompe à eau emprunte son mouvement à l'arbre *bb* par l'intermédiaire d'un excentrique X.

Il y a loin de cet appareil à la ceinture de liége, au casque de l'abbé de Lachapelle, et à la cloche à plongeur; cependant, les inconvénients de l'emploi pour tous les travaux sous-marins sont assez marqués pour leur faire préférer l'appareil Rouquayrol-Deynarouse, dont le fonctionnement attire tous les jours les curieux et les observateurs sur la berge de la Seine, autour du grand réservoir où les inventeurs font des expériences. Voyons quels sont les titres à cette préférence. Les inconvénients inhérents aux systèmes de scaphandre dont nous venons de parler sont les suivants :

1° L'air envoyé dans le casque agit directement et avec force sur le tympan et la poitrine du plongeur; 2° par leur frottement contre la paroi du cylindre, les pistons gagnent une température sensiblement élevée, malgré l'eau qu'on entretient autour des corps de pompe, et la communiquent à l'air que doit respirer le plongeur; cet air n'est donc jamais à une température régulière et normale; 3° la pression de l'air envoyé peut être irrégulière et avoir de grands écarts à la même profondeur d'eau où se trouve le plongeur; 4° le plongeur ne peut continuer à respirer que pendant un instant très-court si un accident survient à la pompe ou au conduit d'air.

C'est pour remédier à ces inconvénients que l'appareil Rouquayrol-Denayrouze a été inventé, et nous pouvons dire que s'ils n'ont pas radicalement disparu, ils ont été singulièrement atténués.

Trouver un appareil qui fournisse de l'air à une pression variable, comme celle qui pèse sur le plongeur suivant la profondeur à laquelle ce dernier est descendu, et suivant les mouvements de respiration de ses poumons; en un mot, installer un poumon artificiel à son usage; envoyer au plongeur de l'air dont la température reste, sinon égale à celle de l'air ambiant, mais très-peu différente.

Pour ce double résultat, les installations sont les suivantes : un réservoir régulateur en tôle d'acier est placé sur le dos du plongeur (fig. 9 et 10). Son tuyau d'alimentation d'air *t* communique avec la pompe de refoulement que nous décrivons plus loin; le tuyau de respiration *r* est terminé par un ferme-bouche *m* en caoutchouc qui vient s'appliquer entre les lèvres et les dents du plongeur.

La disposition intérieure du réservoir est représentée figure 4; R est le réservoir à air comprimé; il est surmonté de la toile régulatrice de l'émission de l'air B. Celle-ci est fermée au-dessus par un plateau P en bois ou en métal d'un diamètre moindre que le diamètre intérieur de la chambre, et recouvert d'une feuille *ff* de caoutchouc d'une surface plus grande que celle du plateau, qu'elle relie hermétiquement aux parois centrales de la chambre B. Le plateau et le caoutchouc forment ainsi une espèce de soufflet susceptible de s'élever ou de s'abaisser, suivant qu'il y a un excès de pression au-dessus ou au-dessous du plateau. La communication entre le réservoir R et la chambre B s'établit par un orifice de faible diamètre fermé par une soupape conique S qui s'ouvre de haut en bas; la tige *g* aboutit au-dessous du plateau *pp*. On comprend dès lors que, si une pression est exercée sur le plateau, elle se transmettra par la tige G à la soupape, la fera s'ouvrir, et une partie de l'air comprimé dans le réservoir R pénétrera dans la chambre B.

Nous adopterons la démonstration des inventeurs pour prouver numériquement ce qu'en effet l'expérience de leur système a justifié.

Si par le tuyau *t* l'on envoie de l'air comprimé dans le réservoir R, et que sa pression soit d'abord plus élevée que celui contenu en B, elle fera fermer la soupape S; la compression continuant, la pression montera dans le réservoir. Si on place après un poids Q sur le plateau dont l'action sur l'unité de surface soit tel qu'il force la soupape S à s'ouvrir, l'air comprimé en R se précipitera dans la chambre à air B, et, agissant sous le plateau P, le soulevera avec sa charge Q. La garniture en caoutchouc, faisant joint et anche sur le réservoir et sur le plateau, permettra le soulèvement sans laisser l'air s'échapper à l'extérieur. Or, au fur et à mesure que le plongeur descend dans l'eau, la charge due à la hauteur de la colonne liquide augmente; mais l'air dans le réservoir B reste à une pression toujours égale à celle à laquelle cette colonne fait équilibre, parce que (nous venons de le dire) le plateau P, en descendant par le fait de l'augmentation de sa charge, fait ouvrir la soupape S, et, mettant ainsi en communication R et B, l'équilibre dans la pression du gaz contenu dans ces deux vases se rétablira immédiatement. L'effort tendant à abaisser le plateau est : QS, et l'effort résistant $p'S+ps$, en désignant par S la surface du plateau, par *s* celle de la soupape, par *p* la pression dans le réservoir R, et par *p'* celle dans la chambre à air B.

L'équilibre est établi lorsque

$$QS = p'S + ps,$$

expression d'où l'on tire :

$$p' = \frac{QS - ps}{S} = Q - p\frac{s}{S}.$$

Il suffit donc de faire *s* assez petit par rapport à S pour avoir dans le récipient B, où le plongeur prend l'air respirable, une pression à très-peu près égale à celle qu'exerce la colonne liquide sur le plateau, par unité de surface.

Dans l'application, les choses se passent ainsi : le tuyau d'aspiration *r*, fixé sous la chambre à air, aboutit par un serre-bouche *m* aux lèvres du plongeur, dont le nez est fermé par un moyen quelconque; l'air envoyé par la pompe de compression, et passant par *t*, applique la soupape *s* sur son siége. Dès que l'ouvrier aspire une partie de l'air contenu dans B, la pression diminue dans le récipient, le caoutchouc cède sous l'excès de la pression au-dessus de lui, le plateau descend en forçant la soupape S à s'ouvrir, et l'air se précipite du réservoir R dans la chambre à air B, dans le tuyau *t*, dans le poumon de l'ouvrier, et rétablit l'équilibre. L'aspiration cessant, la soupape se ferme en vertu de l'excès de pression dans le réservoir d'air, sa tige force le plateau à remonter, et dans l'as-

piration suivante ce jeu se renouvelle. Lorsque l'expiration a lieu, le clapet V (fig. 8), formé de deux lèvres en caoutchouc, s'ouvre sous le seul effort du poumon du plongeur, comme il le ferait à l'air libre, parce qu'avant l'expiration il est soumis à la même pression au dehors et au dedans, et il laisse s'évacuer dans l'eau une partie de l'air expiré, dont la pression, sensiblement plus élevée que celle due à la colonne liquide, l'aide à remonter à la surface, en empêchant l'eau de pénétrer dans le tuyau d'aspiration. L'autre partie de l'air expiré revient sous le plateau, se mélange avec l'air pur. On pourrait l'expulser en entier; mais l'expérience, mieux que le calcul, prouve que l'on peut respirer deux fois le même air sans inconvénient.

Le plateau, dans les appareils destinés à fonctionner jusqu'à la profondeur de 30 mètres, porte 20 centimètres de diamètre, et la soupape porte 7 millimètres.

Dans les appareils dits à haute pression, destinés au travail à de très-grandes profondeurs, la compression de l'air dans le réservoir peut être élevée à 40 atmosphères. Le plateau porte de 25 à 30 centimètres de diamètre, et la soupape $3^{mm},5$.

La pompe à air ou de compression, sans être complétement originale, est parfaitement comprise : son piston P (fig. 5) est fixé sur la plaque de fondation *n*; le corps de pompe C est mobile. La soupape S d'aspiration d'air dans le corps de pompe est portée par le piston; elle s'ouvre de bas en haut, et une couche d'eau la recouvre ; l'eau est contenue dans le réservoir que forme la partie supérieure du piston, et lorsque le cylindre *c* descend, l'air comprimé, agissant sur le liquide, détermine une pression de la garniture en cuir du piston contre les parois du cylindre, pression qui augmente comme celle de l'air comprimé; avec ce joint hydraulique, les fuites du gaz respirable sont rendues impossibles de ce côté. Le cylindre est fermé à sa partie supérieure par un chapeau H; au centre de la cloison de séparation se trouve la soupape de refoulement *r*, recouverte d'eau comme celle d'aspiration. On comprend dès lors que l'air est emprisonné entre deux couches d'eau qui lui prendront la chaleur que lui aura communiquée le frottement des pistons. Sur le raccord *d* vient se fixer le tuyau de refoulement *t* qui aboutit au réservoir placé sur le dos du plongeur.

Le nez du plongeur est bouché par un pince-nez *z* (fig. 6) garni de caoutchouc et muni d'une vis de pression pour en régler le serrage. Les semelles des souliers (fig. 7) forment, comme dans les autres systèmes de scaphandres, les poids nécessaires pour faire descendre l'ouvrier au fond de l'eau; elles sont munies d'une talonnière à ressort qui les maintient sous la chaussure, et qui permet de s'en débarrasser instantanément en pressant sur la pédale *e* avec un pied.

Tel est, succinctement décrit, et représenté figure 9, l'appareil plongeur Rouquayrol-Denayrouze, destiné à travailler sous l'eau sans vêtements. Pour les travaux hydrauliques d'une certaine durée, un vêtement imperméable est indispensable : il comprend un habit en toile caoutchoutée qui vient faire joint et anche sur un masque Q en cuivre (fig. 10), garni de glaces comme le casque du scaphandre Cabirol; le tuyau d'aspiration et d'expiration *t* le traverse sur le côté pour arriver à la bouche du plongeur, comme dans l'installation sans vêtement. Un robinet est placé au côté droit du masque. Il permet d'introduire et de garder dans la partie supérieure du vêtement une quantité d'air nécessaire pour ne pas souffrir de la pression extérieure. Le plongeur peut lâcher dans le masque son air d'expiration ou le faire échapper par un robinet *n*. Des poids en plomb sont nécessaires avec le vêtement, parce que le plongeur qui en est revêtu déplace un plus grand volume d'eau que s'il était nu. Les plis formés par le tissu caoutchouté gênent les mouvements de l'ouvrier et augmentent sur lui la pres-

sion due à la hauteur de la colonne d'eau qui le charge. Il est à regretter que MM. Rouquayrol-Denayrouze n'aient pas songé à un intermédiaire protecteur comme celui employé dans le système américain (fig. 12).

Nous ne partageons pas l'opinion des inventeurs lorsqu'ils disent que le vêtement est très-secondaire dans la pratique, tant le jeu du régulateur est infaillible. Nous croyons qu'il est indispensable, sauf dans les cas où il ne s'agit que d'un court séjour dans l'eau et sous un climat tempéré, et pendant les saisons chaudes.

Après le principal résultat réalisé par les appareils dont il s'agit, envoyer de l'air non échauffé à une pression variable avec les mouvements du plongeur, et toujours égale à la pression extérieure qui agit sur lui, ce qui frappe le plus, c'est : 1° l'ingénieuse disposition du régulateur, qui permet au plongeur, en cas de rupture des tuyaux, de rester dix ou quinze minutes sous l'eau sans respirer d'autre air que celui comprimé dans le réservoir placé sur son dos; 2° de permettre au plongeur sans vêtement de quitter instantanément le réservoir, les semelles métalliques, et de remonter à l'air libre. Dans certains travaux sous-marins, ce résultat est très-important au point de vue moral, car la certitude de pouvoir éviter le danger, s'il se présente, laisse à l'homme la plénitude de son intelligence pour la besogne qu'il a à faire dans un élément si différent de celui où il peut vivre; 3° l'apprentissage est fait après le premier essai, car il n'est point besoin de chercher des hommes d'une constitution particulière pour en faire des travailleurs sous-marins; 4° la manœuvre de la pompe des scaphandres des systèmes précédents doit être toujours régulière et continue, résultat qu'on n'obtient qu'après une certaine expérience, en employant toujours les mêmes personnes, tandis qu'avec le régulateur le premier manœuvre venu peut être chargé d'envoyer l'air à l'homme immergé.

Sous le nom de *presseur compensateur*, MM. Rouquayrol et Denayrouze ont inventé un système de pompes multiples qui permet de comprimer l'air, sans fuite et sans chaleur, à une pression de 40 atmosphères. La machine dont il s'agit se compose de quatre corps de pompe différentiels : le premier corps puise l'air dans l'atmosphère et le porte à $3^{at\cdot},25$ environ; le second corps puise l'air dans le premier et le porte de $3^{at\cdot},25$ à 6 atmosphères; le troisième puise l'air dans le deuxième et le porte de 6 à 16 atmosphères; enfin le quatrième donne au gaz comprimé à 16 atmosphères la pression finale de 40 atmosphères. Le cylindre mobile, la garniture hydraulique et la couche d'eau sur les soupapes, disposition dont nous avons parlé ci-avant, ont rendu pratique, avec une certaine économie, une compression d'air aussi élevée. Il est inutile, croyons-nous, de signaler les travaux industriels, et les circonstances maritimes où ces appareils doivent trouver un emploi, et où leurs qualités leur feront accorder une préférence.

En toutes choses le *mieux* est l'ennemi du *bien*. Nous avons obéi à ce principe de la pratique intelligente en écrivant ce qui précède et ce qui suit pour éclairer le lecteur.

Les appareils plongeurs américains diffèrent peu de ceux en usage en France et en Angleterre, même en Amérique. Dans ce pays des entreprises hasardeuses et souvent réussies, ils sont le plus souvent annexés aux grandes installations dont le but est le sauvetage en entier d'un navire coulé. Ces mêmes installations peuvent être employées dans les travaux hydrauliques, à de grandes profondeurs et de longue durée. Nous donnons comme un exemple utile à étudier, l'appareil que nous a fait connaître la Compagnie sous-marine de New-York.

Un bateau à vapeur à hélice, fig. 13, de 400 tonneaux est muni d'une puissante machine à vapeur qui le rend capable de remorquer un fort navire du fond à la surface de l'eau. Le *Saxon*, (c'est le nom du bateau sauveteur, fig. 13) rendu à

l'endroit favorable pour l'opération de sauvetage, emploie sa machine à faire mouvoir les pompes de compression d'air, et au besoin des pompes d'épuisement d'eau dont les tuyaux d'aspiration sont conduits dans la cale du navire à remettre à flot. Il y a deux pompes à air, dont une peut faire passer 3 m³ 400 d'air par

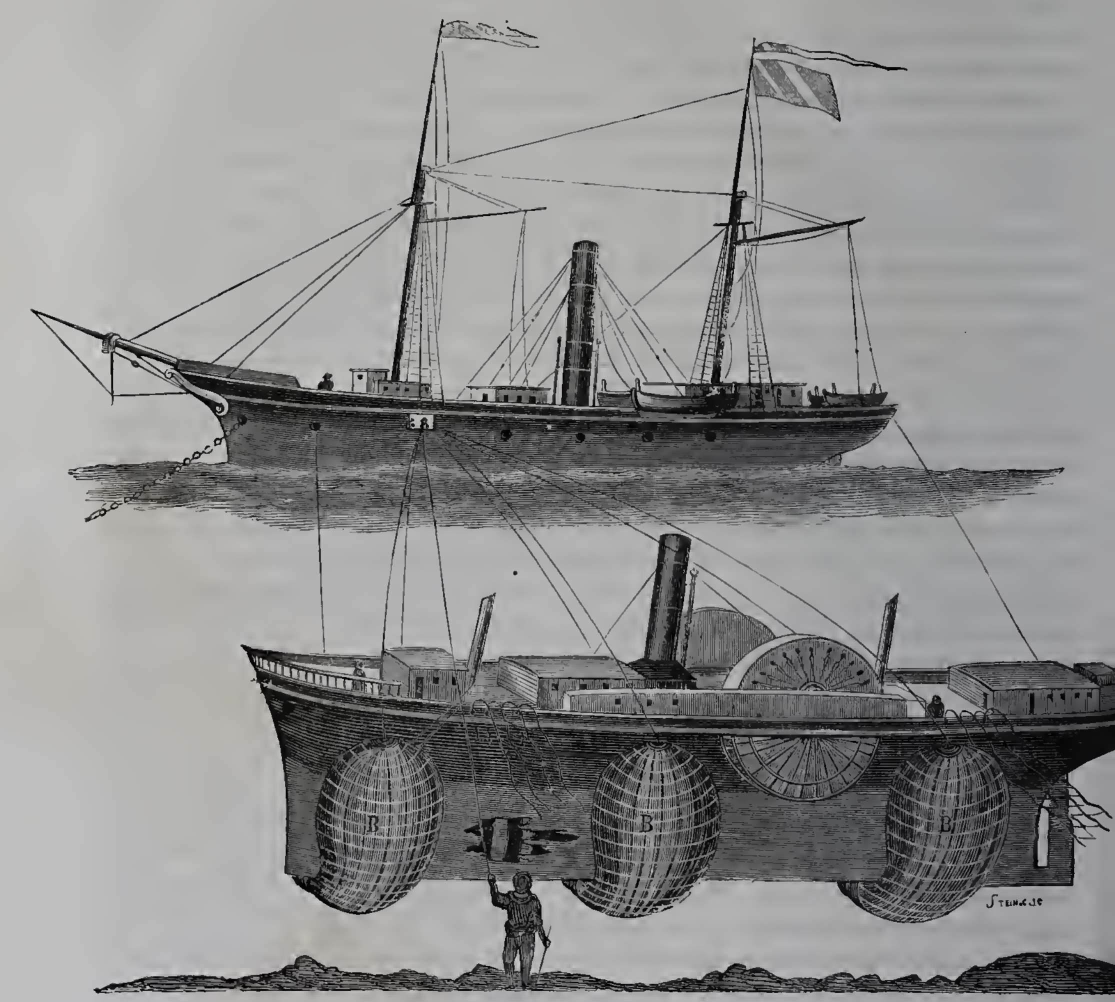


Fig. 13

minute, et l'autre peut comprimer le gaz jusqu'à une pression de 32 atmosphères. Des tuyaux de conduite munis de robinets aboutissent des pompes à six réservoirs placés dans la cale formant ensemble une capacité de 14 m³. Des tuyaux flexibles partent des réservoirs pour aboutir aux bouées B B.

Les bouées sont en forte toile à voile, recouverte de caoutchouc, l'ensemble est enveloppé d'une natte en cordage très-résistant; elles sont réunies deux à deux de chaque côté du navire à soulever, par des chaînes passées sous la quille, et elles sont maintenues à poste fixe par des filins convenablement dirigés.

Chaque bouée a une capacité de 15 mètres cubes, 400 décimètres cubes, ce qui leur donne une puissance de levage d'environ 15,000 kilogrammes quand elle est gonflée; le gonflement ne se fait qu'après que les bouées ont été mises en place. Pour faciliter les réparations dont elles peuvent avoir besoin, à leur extrémité supérieure est une ouverture ou trou d'homme fermé hermétiquement par un couvercle de cuivre portant un anneau et pouvant s'enlever sans difficulté; on peut alors pénétrer à l'intérieur de la chambre d'air. Une soupape de sureté est établie sur le couvercle à l'effet de s'ouvrir pour décharger la bouée de l'excès

de pression due à l'air comprimé, au fur et à mesure qu'elle remonte à la surface de l'eau; l'excès de pression effective à l'intérieur se produit, parce que la pression contraire, à l'extérieur, diminue avec la hauteur de la colonne d'eau au-dessus de la bouée. La partie inférieure porte une espèce de ventilateur métallique ou plutôt une petite roue à palette destinée à aider à faire manœuvrer la bouée, et une autre soupape de sureté dont l'ouverture donnerait un deuxième accès à la sortie de l'air, dans le cas où la bouée s'élèverait trop rapidement pour permettre à la soupape supérieure de laisser sortir l'excès brusque de pression résultant de la vitesse d'élévation. Des plongeurs attachent les bouées au navires ou aux objets à soulever, ils sont équipés de la manière suivante :

Un vêtement imperméable A (fig. 11) vient faire joint étanche sur la partie inférieure d'un casque métallique ou pour mieux dire d'une cloche B qui descend jusqu'au-dessous des bras de l'homme. Le joint est fait au moyen de boulons et d'écrous à oreilles C; un havre-sac ou réservoir métallique D, porté sur le dos contient une quantité d'air comprimé suffisante pour fournir pendant trois heures à la respiration d'un homme descendu à 20 m. de profondeur dans l'eau [1].

Le tuyau I muni d'une soupape de détente met en communication le réservoir D avec le casque B pour la fourniture de l'air respirable ; par le tuyau H, se fait l'échappement de l'air expiré, mêlé avec celui contenu dans le vêtement; J J, sont des petites bouées ou ventouses sans communication intérieure avec le vêtement, leur gonflement fait monter le plongeur quand il est nécessaire ; elles sont reliées ensemble et au vêtement par des lacets de cuir K, K ; par le tuyau L et la soupape M elles peuvent recevoir l'air du réservoir D, et se vider par le tuyau N qui forme une soupape de détente O.

La fig. 12 montre l'installation du *protecteur intérieur* destiné aux plongeurs qui travaillent dans des endroits profonds ; il consiste en 35 anneaux en bois faisant articulation de l'un à l'autre et formant pour ainsi dire un vêtement intermédiaire entre le corps du plongeur et le vêtement imperméable. Par ce moyen, la pression de l'eau ne se fait pas directement sur le corps de l'homme, ses mouvements sont plus libres, sa fatigue est moins grande.

« Dans cet habit, et avec l'équipement décrit ci-dessus le plongeur, dit la note « que nous avons consultée, est indépendant de toute attache en dehors de l'eau; « par des moyens d'action placés dans son casque il règle lui-même l'arrivée de « l'air respirable ; par le gonflement des ventouses, il peut à volonter monter à « la surface de l'eau, se tenir à une profondeur voulue; il n'a plus à craindre

1. Les notes que nous avons pu nous procurer sur cette installation n'étant pas assez complètes pour en tirer des indications détaillées, nous chercherons, par un calcul approximatif, à quelle pression doit être l'air comprimé dans le réservoir D. La respiration à l'air libre par un homme exige 16 inspirations par minute, et chaque inspiration prend au minimum 1/2 litre, soit 500 centimètres cubes d'air; pour trois heures il faudra $16 \times 60 \times 3 \times 500 = 1440$ décimètres cubes. — La pression à une profondeur de 20 mètres d'eau est de 2 atmosphères, donc l'air inspiré devra avoir au moins telle pression pour pouvoir ensuite être rejeté par le poumon hors de l'eau, et le volume d'air atmosphérique dépensé à chaque inspiration sera 500 centimètres cubes $\times 3 = 1^{d3},500$; et pour trois heures 270 décimètres cubes d'air à la pression atmosphérique. Supposons que le havre-sac ait ces dimensions normales $0^m,05$ de hauteur et $0^m,20$ de diamètre, son volume sera de 16 décimètres cubes en nombre, et comme il doit contenir 270 décimètres cubes d'air, qui, une fois détendus, auront seulement 1 atmosphère de pression, le volume de cet air devra devenir $\frac{270}{16}$ fois plus petit = 17, c'est-à-dire être comprimé dans le réservoir jusqu'à 17 atmosphères.

« d'être suffoqué par un excès de pression de l'air envoyé par la pompe dans les « systèmes de scaphandre ordinairement en usage. »

Nous regrettons de ne pouvoir affirmer la vérité de tous ces avantages, parce que nous n'avons pu examiner quels sont les moyens employés pour que l'air arrive toujours avec la *pression voulue* du réservoir D dans le casque B. Il est permis de croire, que quelque chose d'analogue au régulateur de l'appareil Rouquayrol-Deynarouse, est installé dans le système américain.

Des nautilus.

Les *Nautilus* ou *Nautiles* sont des espèces de bâtiments sous-marins destinés à rester immergés et à naviguer entre deux eaux.

Il existe un genre de mollusques céphalopodes, à coquille cloisonnée enroulée en spirale dans un même plan, auquel les naturalistes ont donné le nom de *Nautiles* parce que la coquille ressemble à une coque de navire. Le nautile a une membrane dont il peut se servir en guise de voile, et ses nombreux tentacules, analogues aux bras d'un polype font l'office de rames quand il ne voyage pas avec l'aide du vent. Comme tous les poissons, il est porteur d'une vessie natatoire, avec cette différence qu'il peut remplir sa vessie d'eau ou d'air à volonté ; il aspire l'eau pour se rendre plus lourd et pouvoir ainsi descendre ; il rejette l'eau et se gonfle d'air pour remonter d'abord et se maintenir à la surface sur laquelle il se meut, soit à l'aviron, soit à la voile.

C'est le nautile qui, sans aucun doute, a donné aux inventeurs l'idée et le nom des bateaux sous-marins.

Il serait sans utilité ici de remonter aux premiers essais de ce genre ; nous ne parlerons que des derniers et particulièrement du nautilus de M. Samuel Hallet, de New-York.

En somme, ce nautilus n'est pas d'invention moderne. Ce n'est qu'une espèce de cloche à plongeur avec cette différence que l'emploi de l'air comprimé permet aux personnes placées sous la cloche de se déplacer à volonté en tous sens.

L'originalité de l'idée de M. Samuel Hallet consiste donc principalement dans l'idée d'employer l'air comprimé.

L'appareil, au point de vue descriptif, se compose de deux parties bien distinctes : l'une, qui reste toujours au dehors et à la surface de l'eau, sert à accumuler l'air comprimé ; l'autre, qui n'est, nous venons de le dire, qu'une sorte de cloche à plongeur, monte et s'abaisse au gré des travailleurs qui sont logés au dedans.

En temps ordinaire, c'est-à-dire à l'état de repos, la cloche flotte au-dessus de la surface du liquide. Pour la forcer à descendre, il suffit d'ouvrir un robinet, qui, donnant accès à l'eau dirigée vers des compartiments ménagés à cet effet, vient alourdir la cloche et la forcer à s'abaisser ; au fur et à mesure que le mouvement de descente s'effectue, on établit par le moyen d'un autre robinet une communication entre l'intérieur de la cloche et un réservoir d'air comprimé ; les travailleurs ont ainsi à respirer un air très-frais et nouveau.

Supposons qu'il s'agisse d'explorer le fond d'une rivière : arrivés sur le fonds à l'aide de leurs propres forces, et en s'arc-boutant des pieds et des mains, les hommes placés dans l'appareil le font marcher dans la direction qu'ils jugent convenable. Ils peuvent se livrer à leurs travaux, avec la certitude que leur sureté dépend seulement d'eux-mêmes et que pour remonter à l'air libre il leur suffit de le vouloir.

En effet, si la cloche est descendue et se maintient au fond de l'eau, c'est par le poids du liquide introduit par un robinet spécial dans la chambre circulaire qui forme les deux cloisons concentriques dont la forme est précisément

celle de l'appareil immergé. Pour chasser cette eau, en tout ou en partie il suffit de mettre en communication l'air comprimé logé à l'intérieur et sous la cloche, avec la chambre circulaire. Un ou deux robinets placés sur des conduits convenablement dirigés font obtenir ce résultat.

Rien n'est plus ingénieux que cette installation, qui du reste a été proposée par M. Hallet pour être utilisée au transport ou plutôt à l'élévation de fardeaux d'un poids considérable. Ce côté pratique de l'appareil, s'il a de grands avantages aux yeux du mécanicien américain, n'est pas celui sous lequel nous l'envisageons. Ce qui nous frappe particulièrement c'est qu'il est possible de donner à la cloche telle dimension voulue sans diminuer la facilité qu'auront les travailleurs de la diriger dans le sens convenable pour la réussite de leurs travaux. Mais ce qui, par-dessus tout, mérite une sérieuse attention, c'est l'instantanéité avec laquelle on peut revenir respirer à l'air libre. Cette instantanéité, on l'a vu, s'obtient par le simple jeu d'un robinet qui introduit l'air comprimé, force l'eau à évacuer les cloisons de l'appareil, lui enlève ainsi une partie de son poids sans changer son volume, et l'oblige à remonter *seule* à la surface.

Nous avons dit que l'appareil se composait de deux parties et que l'une d'elles restait immobile à la surface de l'eau tandis que l'autre était immergée à volonté.

La partie fixe est installée sur un bateau, non loin de l'endroit où doit s'opérer la descente. C'est dans le bateau que l'air est comprimé par des pompes spéciales, de là il est conduit par des tuyaux flexibles dans la cloche immergée. Cette imitation du nautile est, croyons-nous, mieux réussie que toutes celles qui l'ont précédée.

Les différents moyens actuellement en usage pour travailler dans l'eau à de grandes profondeurs, répondent-ils complétement aux exigences de leur emploi? Ont-ils atteint le degré de simplicité et de sécurité qui les rende propres aux grandes constructions sous-marines, aux explorations du fond des mers et des rivières, aux visites et aux réparations des navires à flot, au sauvetage des navires coulés, etc. On ne peut encore l'affirmer sans restriction, mais on peut dire que l'emploi de l'air comprimé est la solution de la partie du problème la plus difficile à résoudre. Pour cette nouvelle conquête de l'intelligence humaine sur la résistance des éléments aux besoins réels ou subjectifs de l'industrie moderne, l'audace de la volonté et les patientes recherches de la science ne laissent plus au progrès que la perfection des détails.

A l'Exposition internationale figurent d'autres modèles d'appareils plongeurs que ceux décrits ici. C'est autant un choix motivé qu'un hasard de classification qui nous a arrêté aux systèmes Cabirol, Henke Rouquayrol, Compagnie américaine, et Samuel Hallet. Ils résument comme ensemble le progrès atteint aujourd'hui, et de l'étude de leur installation ressort un enseignement profitable aux personnes intéressées à l'emploi ou à la perfection de ces engins qui sont, pour ainsi dire, d'invention moderne.

Il nous reste à parler des navires sous-marins, c'est-à-dire pouvant *naviguer* dans les régions aqueuses comme à la surface des eaux. La question se place ici complétement dans le domaine de la guerre maritime; son importance industrielle, bien que secondaire, sollicite la curiosité publique et stimule l'esprit inventif lié cette fois au sentiment patriotique.

Les bateaux sous-marins feront le sujet d'un prochain article.

XXIX

ENGINS ET APPAREILS

DES GRANDS TRAVAUX PUBLICS.

(Groupe VI. — Classe 65.)

Par M. **G. PALAA.**

Planches XXX, XXXVIII, XXXIX, XL et XLI.

I

Comme l'ont rappelé divers ingénieurs et historiens dans leurs écrits antérieurs ou postérieurs à nos modernes expositions, les peuples, même à travers leurs préoccupations belliqueuses, leurs migrations et leurs commotions sociales, ont montré de tout temps un goût très-prononcé pour les grands travaux publics, et les nations les plus anciennes ont, dans un degré plus ou moins élevé de civilisation, marqué leur passage par des édifices ou des monuments impérissables. Malheureusement la plupart des écrivains, tout en nous renseignant sur les principales particularités constitutives des remarquables ouvrages de l'antiquité, ne nous ont pas suffisamment initiés aux détails, procédés et moyens d'exécution employés par les peuples qui nous ont précédés, pour l'édification des œuvres monumentales qui devaient servir à attester leur puissance et leur grandeur.

Il n'en est pas moins incontestable qu'à aucune époque la science des appareils de travaux et des engins mécaniques nécessaires pour leur bonne exécution, ne s'est approchée de ce qui a été conçu et innové dans le cours de ce dernier siècle. On doit même penser qu'en dehors de la force humaine et des moyens et procédés primitifs, les anciens n'ont mis en œuvre aucun engin ou appareil exceptionnel qui ne soit connu de nos jours et qui ne se rattache aux groupes de forces statiques et de procédés mécaniques, qu'une application de plus en plus éclairée et intelligente des sciences exactes a si grandement développés. La meilleure preuve à l'appui de notre assertion résulte de ce fait incontestable, qu'autrefois les grands travaux étaient loin de s'improviser en quelque sorte, comme de nos jours, et qu'une fois commencés ils se continuaient et se transmettaient pour ainsi dire de génération en génération, comme un héritage de labeur légué aux familles.

Il n'est pas jusqu'à l'ancien empire chinois à qui l'on ne prête le mérite d'avoir édifié de très-beaux travaux pour les voies de transport, soit grandes routes, canaux ou ports de mer; mais il est vraisemblable que tout en étant dirigés avec persévérance et génie, ces œuvres s'exécutaient avec la sage lenteur qui a distingué de tout temps les peuples orientaux de l'un et de l'autre hémisphère.

Sans chercher, à propos de l'Exposition universelle de 1867, dont nous allons nous occuper, à reproduire l'historique rétrospectif des grands travaux publics exécutés à travers les âges, nous devons, puisque nous avons mentionné les Chinois, dire aussi quelques mots de l'Égypte, non pas que nous admirions outre

mesure ses obélisques et pyramides, que nous considérons au contraire comme des ouvrages assez grossiers, toute réserve faite quant au but spécial qu'ils pouvaient avoir en vue soit comme monuments tumulaires, soit pour arrêter les mouvements et la dispersion des sables du désert; nous y voyons seulement de véritables difficultés vaincues quant au transport, à la manutention et au levage de ces blocs colosses de granit, dont l'extraction et le déplacement seront toujours un sujet d'étonnement. La tradition nous a bien rapporté que les Égyptiens tiraient un grand secours, pour leurs transports, de l'usage de véhicules roulants et de chariots perfectionnés et construits avec une grande solidité. Il est probable aussi que les câbles en poils de chameau, si résistants, dit-on, et les appareils en forme de chèvre jouaient un assez grand rôle dans la manutention et les manœuvres des gros blocs employés dans les constructions asiatiques; mais c'est aussi à de nombreuses multitudes et à une grande quantité et variété d'animaux de trait qu'il faut attribuer ces gigantesques déploiements de force, ces triomphes sur la matière qui ont permis de couvrir le sol primitif de l'Égypte de monuments publics, temples, obélisques, pyramides, levées des rivages du Nil, voies de communications et ouvrages divers, dont cette ancienne civilisation nous a laissé de nombreux vestiges et dont l'étude est si intéressante, en présence surtout de l'immense transformation d'un sol qui est aujourd'hui, à l'occasion du percement de l'isthme de Suez, le théâtre des plus grandes applications de l'art et de la science de l'ingénieur.

Nous mentionnerons enfin pour mémoire les ouvrages des Grecs et des Romais qui, eux aussi, avaient recours, pour leurs travaux nationaux, à de grandes multitudes et à l'emploi de voitures ou machines perfectionnées, qu'on appelait chez les latins *plaustrum*, et qui consistaient, nous apprend l'ingénieur Delaître, en une espèce de char ou fourgon à deux et quelquefois quatre roues, disposé de façon à pouvoir transporter au besoin de lourds fardeaux. Les ouvrages si renommés des Romains ont d'ailleurs été singulièrement favorisés par l'usage de matériaux de faible dimension dont se composaient presque exclusivement les cirques, temples, ponts, aqueducs et autres édifices qui s'élevaient dans toute l'étendue des pays soumis à leur domination.

Les travaux des Grecs ne paraissaient pas comporter non plus l'emploi de matériaux de grand appareil, si l'on en juge du moins par la plus magnifique représentation moderne du style de cette époque, l'église de la Madeleine, à Paris, dont les colonnes, d'un effet pourtant si imposant, sont formées d'une infinité d'assises, en forme de pièces de damier, n'ayant guère plus de 30 centimètres de hauteur, de même que les bandeaux, corniches et entablements de ce majestueux édifice n'accusent l'emploi d'aucun bloc véritablement exceptionnel.

Comme ensemble et variété de gigantesques ouvrages d'utilité publique, la supériorité n'en est pas moins acquise aux Romains sur l'empire grec, dont le passage, en fait de grands travaux d'art, ne s'est manifesté, comme nous venons de le rappeler, que par certains monuments d'une architecture restée classique, et aussi par le souvenir attaché à la mémoire du célèbre ingénieur de Syracuse, Archimède, qui ne demandait qu'un point d'appui pour soulever le monde, et qui a été, on peut le dire, l'un des précurseurs de la science mécanique de nos jours.

Il y a lieu de remarquer d'ailleurs que vers les temps antiques, les travaux proprement dits d'utilité publique n'occupaient qu'un rang secondaire dans l'esprit et les préoccupations de la puissance souveraine. La première part était faite aux monuments plus ou moins fastueux, destinés soit à l'usage des chefs des peuples, soit au service des cultes païens ou idolâtres de l'époque, soit enfin à la célébration des victoires et des hauts faits ou événements nationaux. Les ou-

vrages ayant véritablement un caractère d'utilité publique ne venaient qu'en seconde ligne, et n'étaient souvent qu'un moyen habile de s'attacher les nations asservies.

De là vient que les premiers architectes, bien qu'ayant presque en tout pays le monopole de l'ensemble des travaux publics, qu'ils ont conservé, au moins en France, jusqu'au commencement du dix-huitième siècle, eurent surtout à ériger des édifices dans lesquels la partie décorative ou emblématique offrait un vaste champ à toutes les ressources de leur génie.

A ce sujet, arrêtons-nous un instant sur les théâtres des Romains.

Au rapport de Pline, la richesse et la magnificence de ces théâtres l'emporta de beaucoup sur celle des autres peuples de l'antiquité.

D'après cet auteur, le théâtre de Scaurus, gendre de Sylla, pouvait contenir quatre-vingt mille spectateurs. — La scène était ornée de 360 colonnes, disposées en trois étages. Celles de l'ordre inférieur avaient 38 *pieds* de hauteur; elles étaient en marbre. Le second ordre était de verre ; le troisième était de bois doré; 3,000 statues de bronze étaient placées dans les entre-colonnements. — Les tapisseries et les tableaux précieux qui l'ornaient, continue le même auteur, excitèrent l'admiration des Romains.

Curion voulant surpasser en somptuosité (ou plutôt en originalité) le théâtre de Scaurus, en fit construire deux en charpente, qui, adossés l'un à l'autre pendant la représentation scénique, sans en faire sortir les spectateurs, tournaient sur des pivots, de telle sorte qu'après une révolution prévue, ils se réunissaient de manière que, placés l'un devant l'autre, ils formaient un amphithéâtre à l'usage des gladiateurs.

Plutarque signale de son côté les théâtres (moins grandioses) de Mitilène et de Pompée. — Les anciens auteurs citent enfin comme un modèle le théâtre de Marcellus, fondé par Jules César, et dont la pureté des détails et la beauté d'exécution, comparées au Colisée élevé sous Titus, ont été données comme une preuve évidente de la supériorité de l'architecture au temps d'Auguste.

A une époque peu antérieure à celle où l'on construisait ces gigantesques édifices, un peu surfaits peut-être, on ignorait même l'art de faire les voûtes des ponts, et c'est aux Étrusques que, d'après tous les historiens spéciaux, on doit rapporter l'invention ou du moins le perfectionnement de l'arche. Les Romains firent une grande application de cette découverte pour l'édification de leurs ponts et de leurs aqueducs, et c'est ce qui leur facilita, comme nous l'avons dit plus haut, l usage des pierres de petite dimension, qu'ils avaient, il est vrai, le talent d'unir par des ciments naturels pouvant acquérir une grande dureté, et qui dispensaient de l'emploi de grands engins de manutention.

Nous avons sous les yeux une notice d'un savant ingénieur en chef des ponts et chaussées, M. Aynard, qui renferme de précieuses indications au point de vue historique des progrès accomplis dans la construction des ponts, depuis la fameuse légende du premier tronc d'arbre jeté en travers du cours d'eau qu'un passant avait à franchir, jusqu'aux magnifiques ouvrages de nos jours. Ce n'est pas ici la place de ces détails, quelque intéressants qu'ils soient, mais ils nous serviront à compléter à grands traits notre esquisse, en nous mettant à même de rappeler qu'après la brillante période gallo-romaine, l'histoire est muette pendant quelques siècles en ce qui touche le progrès des travaux publics. Ce n'est guère qu'au huitième siècle, sous Charlemagne, et depuis, à l'époque des croisades, qu'il s'est produit un certain réveil pour l'amélioration des grandes voies de communication et des ouvrages d'art qu'elles comportaient; et bien souvent ce n'étaient ni des architectes ni des ingénieurs qui étaient les promoteurs de

ces entreprises, mais de simples prêtres ou religieux, comme nous l'a appris l'épisode historique des Frères pontifes d'Avignon et autres moines dévoués, qui ont établi en leur temps de nombreux ouvrages sur le Rhône, la Durance, la Loire et autres rivières de France, et même d'Allemagne et d'Angleterre. Aucun écrit ne paraît d'ailleurs avoir conservé la tradition des procédés et appareils spéciaux des Frères du pont, et cette lacune nous empêche de donner à ce sujet le moindre renseignement positif.

Depuis les travaux accomplis par les Frères du pont et autres ingénieurs improvisés du onzième au quatorzième siècle, l'art de la construction et des appareils de travaux a constamment suivi une voie ascendante. Galilée fit, comme on sait, de grandes découvertes qui contribuèrent au progrès de la science de l'ingénieur. Il réduisit, rappelle Delaître, la statique à ce principe unique et universel, d'où découlent, comme autant de corollaires, toutes les propriétés des machines : « Il faut le même temps à une puissance pour enlever à une certaine hauteur un poids donné, de quelque manière qu'elle le fasse, soit qu'elle l'enlève d'un coup, soit que, le partageant en parties proportionnées à sa force, elle le fasse à plusieurs reprises. »

Tout l'avantage des machines, continue Delaître, consiste en ce que par leur moyen on peut exécuter dans une seule opération ce que par l'application seule de la puissance, on n'aurait pu faire qu'à plusieurs reprises.

Elles nous mettent à portée de faire, en un temps plus long, avec de moindres forces, ce que des puissances plus grandes ou plus multipliées auraient exécuté plus promptement ; enfin, ce qu'on gagne dans l'épargne de la puissance on le perd du côté du temps et précisément dans le même rapport ; d'où l'on doit conclure, avec Galilée, que les machines les plus avantageuses sont toujours les plus simples, car plus une machine est compliquée, plus il y a d'effort perdu à surmonter les frottements. Il faut, dit Descartes, autant de forces, c'est-à-dire la même quantité d'efforts pour élever un poids à une hauteur que pour élever le double à une hauteur moindre de moitié. C'est encore à Descartes que nous devons une partie de nos découvertes sur les propriétés du mouvement. Il prend pour principe de toute la physique mécanique : 1° Que le mouvement subsiste dans un corps avec la même vitesse et la même direction tant qu'aucun obstacle ne le détruit point ou ne change point cette vitesse et cette direction ; 2° Que tout mouvement ne se fait de sa nature qu'en ligne droite ; de sorte qu'un corps ne se meut dans une ligne courbe que parce que sa direction est continuellement changée par quelque obstacle, sans lequel il s'échapperait par la tangente au point où cet obstacle cesserait.

L'une des premières et des plus sérieuses applications des forces et des engins mécaniques aux grands travaux publics est celle qui a été faite au pont de Neuilly, à la fin du dix-huitième siècle, par le célèbre ingénieur Perronet, qui donna un si vif reflet au corps des ponts et chaussées nouvellement créé en France, vers 1715, par le duc d'Orléans, alors régent, dans le but de satisfaire la nation par un grand développement de travaux publics.

Dans un autre ordre de travaux, nous aurions d'intéressants détails historiques à relater, au sujet de l'application gigantesque de la science des forces et du mouvement qui a été faite en 1836, par le célèbre ingénieur de la marine Lebas, pour l'érection de l'obélisque de Louqsor sur la place de la Concorde, à Paris, au moyen d'un système très-ingénieux de mouffles et de cabestans ; mais nous craindrions de donner un trop grand développement à cet exposé préliminaire, que nos lecteurs trouveront peut-être déjà bien étendu.

Nous aurons seulement à mentionner dans le cours de notre article quelques indications comparatives sur les principaux appareils anciennement employés

dans les grands travaux publics proprement dits, et notamment au pont de Neuilly, dont nous venons de parler. Pour le moment, nous nous résumerons en rappelant, d'après divers auteurs et d'après la plus simple appréciation, que dès les premiers temps la mécanique ne fut qu'un art pratique, dont le progrès s'est étendu à mesure que les besoins de l'homme se sont multipliés. — Le levier a été la première puissance mise en usage. — Le treuil, la poulie, le plan incliné, le coin, la vis dérivent de cette première puissance et en constituent des combinaisons tellement essentielles, au point de vue de l'appareillage des grands travaux publics, qu'il nous paraît indispensable, pour établir un point de départ, de reproduire les formules de ces forces premières, qui se trouvent exprimées par de simples définitions purement élémentaires de statique, dont nous devons nous borner à présenter un résumé très-succinct, sauf à laisser à nos lecteurs le soin d'en tirer les déductions nécessaires, en recourant, s'il y a lieu, aux développements originaux.

Levier. — Les principaux auteurs sont d'accord pour établir que les conditions d'équilibre dans le levier, sont : 1° Que les deux forces et le point d'appui étant dans un même plan, les intensités, agissant dans un sens inverse, sont entre elles dans le rapport des bras de levier aux extrémités desquels elles sont appliquées ; 2° Que lorsque plusieurs leviers sont combinés entre eux pour transmettre une force donnée, on a toujours pour l'état d'équilibre « le produit de la puis- « sance par tous ses bras de levier, égale au produit de la résistance par tous ses « bras de levier. »

On sait que le principe initial de la force du levier a été découvert par Archimède. Que d'honneurs n'aurait pas manqué d'obtenir un pareil génie, si de brillantes fêtes industrielles, analogues à nos expositions, eussent été alors à l'ordre du jour !

Treuil. — Cet appareil, qui est l'un des engins les plus généralement employés dans la pratique des grands travaux, et qui n'est autre chose que l'application de un ou plusieurs bras de levier à un cylindre, sur lequel s'enroule une corde ou une chaîne, remplit la condition d'équilibre « lorsque le rapport entre « la puissance et la résistance est égal au rapport du rayon du rouleau ou cy- « lindre formant le treuil, au bras de levier de la puissance. » (Delaunay)

Pour les *treuils à engrenages*, les conditions d'équilibre ne sont pas modifiées, et l'on peut poser en principe que « la puissance est à la résistance comme le « produit des rayons des pignons est à celui des rayons des roues. » (Vergnaud.)

Dans le *treuil différentiel* (cylindre en deux parties concentriques de rayon différent, sur lesquelles s'enroulent en sens contraire les deux portions d'une corde fixée à ses deux extrémités, et dont les deux brins parallèles soutiennent une poulie mobile à laquelle est suspendu le fardeau) « le rapport entre la résistance « et la puissance est égal à celui du rayon de la manivelle, divisé par la demi- « différence des rayons des rouleaux ou cylindres des treuils. »

Le *cabestan*, employé surtout dans les travaux de la marine, n'est qu'une application bien connue du treuil.

Poulies. — Dans l'état d'équilibre ou de mouvement uniforme de la poulie fixe, la force de traction est égale au poids du corps qui lui fait résistance (abstraction faite des frottements et du poids de la corde que l'on néglige dans ce cas). La pression sur l'axe de la poulie est à la force qui tend le cordon comme la sous-tendante de l'arc embrassé par la corde est au rayon du disque de la poulie. (Poinsot, Endrès, etc.)

Dans la *poulie mobile*, la puissance est à la résistance comme le rayon de la poulie est à la sous-tendante de l'arc embrassé par la corde.

Dans un système de poulies mobiles à cordons parallèles, la puissance est à la résistance comme l'unité est à une puissance de deux marquée par le nombre de poulies. (Endrès.)

Les *moufles* sont, comme on le sait, des machines très-usitées, formées par la réunion de plusieurs poulies sur une même chape. Dans la moufle, pour avoir la grandeur de la force capable de vaincre une résistance, il faut diviser cette résistance par le nombre des poulies employées. (Delaunay.) — On combine fréquemment les moufles fixes et mobiles. Dans la moufle mobile, si l'on divise le poids à élever par deux fois le nombre des poulies mobiles, le quotient exprimera la puissance requise pour contre-balancer cette résistance. (Armengaud.) — Si l'on multiplie deux fois le nombre des poulies mobiles par la puissance appliquée, le produit exprimera la résistance à laquelle cette puissance fait équilibre. (*Même auteur.*) — Dans les moufles, le chemin parcouru par le fardeau est égal à la longueur de corde qui passe entre les mains des hommes de la manœuvre divisée par le nombre des poulies. (Burat.) — Enfin, d'autres auteurs font connaître que dans les mêmes appareils la puissance est à la résistance comme l'unité est au nombre de cordons qui vont d'une moufle à l'autre.

Dans la marine, les moufles installées à bord des navires ou sur les grands appareils élévatoires des ports de mer, portent le nom de *palan.*

Plan incliné. — Malgré les divergences que l'on remarque dans les formules des nombreux auteurs qui ont traité du plan incliné, leurs théorèmes peuvent se réduire à ce principe : que lorsque la puissance agit dans un sens parallèle au plan incliné, son intensité est en rapport avec le poids du corps à maintenir en équilibre ou à faire mouvoir uniformément, comme la hauteur du plan incliné est à sa longueur.

Lorsque la puissance agit dans un sens horizontal, son intensité est en rapport avec le poids du corps à maintenir en équilibre ou à faire mouvoir uniformément, comme la hauteur du plan incliné est à sa base.

Coin. — Dans le coin isocèle (prisme triangulaire), l'avantage mécanique peut s'assimiler à celui du plan incliné, car il dépend du rapport entre la largeur de la tête du coin et la longueur des côtés. (Armengaud et Delaunay.) — D'après Endrès, la puissance étant représentée par la tête du coin, les deux efforts perpendiculaires aux côtés sont représentés par ces côtés eux-mêmes ; ou, si l'on aime mieux « la puissance est à la pression exercée perpendiculairement aux faces du coin, comme la surface de la tête est à la surface des côtés. » (Burat.)

Vis. — La formule qui nous a paru la plus simple et la plus claire pour déterminer le cas d'équilibre de la vis, qui n'est qu'une application du plan incliné et du levier, est celle d'après laquelle la puissance (qui fait tourner) est à la résistance (qui presse) comme la hauteur du pas de la vis est à la circonférence du cylindre sur lequel est tracé le filet hélicoïdal.

La vis combinée avec la roue dentée constitue ce que l'on appelle la *vis sans fin*, dans laquelle la puissance est à la résistance comme le produit du rayon de l'arbre de la roue par le pas de la vis est au produit du rayon de la roue par la circonférence que décrit la manivelle.

Ces détails élémentaires, qui devaient nécessairement précéder et éclairer notre sujet principal, auraient dû être suivis peut-être de quelques indications sur les cordages, les chèvres, grues, crics, verrins et autres engins dérivés des puissances initiales de la mécanique, mais nous aurons, un peu plus loin, l'occasion de mentionner spécialement quelques-uns de ces appareils au point de vue de l'application et des perfectionnements que le concours du Champ de Mars

a mis en lumière dans la pratique des grands travaux publics des diverses nations.

II

Examen de l'exposition. — L'étude des produits implicitement compris dans la classe 65 du groupe VI, sous la dénomination de *Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture*, offre un sujet assez vaste pour qu'il ait été nécessaire de scinder le compte rendu de cette partie de l'Exposition.

Des collaborateurs plus compétents que celui qui écrit ces lignes rendront compte de l'importante question des matériaux employés dans les constructions; d'autres ont déjà apprécié ou apprécieront, au point de vue des aménagements et de la disposition technique, les spécimens, détails et procédés se rapportant, d'une part aux œuvres de l'architecture, et d'autre part à la conception des grands travaux publics. Notre rôle, plus modeste, doit se borner à l'examen des principaux appareils de manœuvre et de manutention employés pour l'exécution des mêmes travaux, examen que nous allons entreprendre en groupant dans l'ordre suivant les indications relatives aux diverses catégories de matériel :

1° *Appareils de construction et de décintrement des voûtes ;*

2° *Description des dragues, porteurs et autres machines et engins employés dans les travaux de l'isthme de Suez.*

3° *Appareils de lançage des tabliers des grands ponts métalliques;*

4° *Coulage des blocs pour la construction des digues maritimes ;*

5° *Appareils divers* (sonnettes à battre les pieux, scies à recéper, bâtardeaux, chèvres, grues, montage de matériaux, etc.)

6° *Engins particuliers des travaux du souterrain du Mont-Cenis.*

Il eût été plus logique, évidemment, afin de mieux suivre les phases successives et le degré d'avancement des ouvrages, et notamment des travaux d'un pont, de classer les appareils de fondation avant ceux de la superstructure, et de rendre compte d'abord des procédés de battage des pieux et de l'établissement des bâtardeaux avant de parler de la mise en place et de l'enlèvement des cintres; mais comme il ne s'agit pas ici d'un cours de construction, nous avons désiré garder toute liberté d'action pour présenter nos indications, un peu suivant l'ordre de nos visites à l'Exposition universelle, et sans être astreint soit à commencer par l'examen de tel ou tel appareil, soit à suivre les divers pays l'un après l'autre dans la manifestation de leurs procédés et progrès respectifs.

A défaut de notes incidentes ou d'explications spéciales, il est bien entendu, d'ailleurs, que c'est à la section française que vont d'abord s'appliquer nos premières indications.

I. — Cintres, échafaudages provisoires des ponts, etc.

La première condition générale à remplir, pour l'agencement et la disposition des voûtes des grands ponts en maçonnerie, est d'assurer d'abord la solidité et la stabilité des cintres et de les établir en rapport parfait avec la résistance et la poussée des voûtes qu'ils sont appelés à supporter.

Ce n'est pas ici la place d'une théorie de l'installation des cintres, mais nous pouvons rappeler que ces appareils, que l'on doit songer à poser dès que les culées et les piles ont été élevées jusqu'aux naissances, sont généralement construits en charpente et se composent d'un nombre de fermes équidistantes déterminé d'après la longueur de la voûte (correspondante à la largeur du pont). Ces fermes, reliées et contreventées par des pièces obliques ou longitudinales

qu'on appelle moises ou écharpes, sont au besoin supportées par des files de pilotis, surtout lorsque l'ouverture de l'arche est trop grande pour permettre d'adopter les cintres élémentaires, formés simplement d'entraits appuyés à leurs extrémités sur les saillies ou les retraites de la maçonnerie, de poinçons d'arbalétriers, de contrefiches, de *vaux* (pièces taillées à leur face supérieure suivant la courbe de la voûte) et de couchis (madriers longitudinaux cloués sur les vaux, et formant le plancher général sur lequel est appliqué l'intrados de la voûte).

De toute façon, et quel que soit le système employé, les cintres, projetés de façon à maintenir la rigidité du sommet des fermes et à neutraliser les résultantes horizontales, en montant la voûte symétriquement des deux côtés à la fois, sont tracés et préparés à l'avance sur une aire bien plane disposée à proximité du chantier, de manière à pouvoir élever chaque ferme soit d'un seul coup, soit par portions successives, au moyen de grues roulant sur un pont provisoire ou de tout autre appareil.

Au pont de Neuilly, qui a été un véritable champ d'expériences pour les ingénieurs de l'époque et une source d'enseignements pour leurs successeurs, on a compté « d'après l'observation faite sur une arche d'une ouverture de 120 « pieds (près de 40 mètres) que les voûtes tasseraient de 18 pouces (0.48) à peu « près, savoir : un pied (0.32) sur les cintres avant que les clefs soient posées, et « 6 *pouces* (0.16) après la pose de ces clefs. » C'est pourquoi l'on a prescrit de poser les voussoirs sur une courbure plus haute de $0^m.48$ dans son milieu que les mesures d'après lesquelles l'appareil avait été tracé.

Les ingénieurs d'aujourd'hui, plus rassurés que leurs devanciers par les progrès de la main-d'œuvre et par l'excellence relative de nos mortiers actuels, sont loin d'appréhender de pareils tassements. Ainsi, dans les travaux du pont de Tilsitt, sur la Saône, à Lyon, formé de cinq arches en maçonnerie d'environ 22 mètres d'ouverture chacune, représenté à l'Exposition universelle de 1867 par une collection de vues photographiques et par un dessin général dont notre planche XXXVIII donne un extrait, on avait pris des dispositions spéciales, non pour faire face à un tassement mathématique inévitable, mais pour mesurer d'une manière précise celui qui pourrait éventuellement se produire après l'opération du décintrement, dont nous reparlerons plus loin, et dans laquelle les résultats, constatés et attribués surtout à l'emploi du ciment à prise lente de Grenoble, ont d'ailleurs été remarquables. Le mouvement a été inappréciable pour les deuxième, troisième et cinquième arches, à partir de la rive gauche. A la première arche, le tassement, mesuré à la clef, a été de 1 millimètre et demi sur la tête amont et de 2 millimètres sur la tête en aval; à la quatrième arche, le tassement a été de 1 millimètre, à l'amont et à l'aval. On voit, toute proportion gardée quant au débouché des arches, que nous sommes loin des chiffres relevés au pont de Neuilly.

Les modèles et documents exposés au Champ-de-Mars ne permettent pas d'apprécier tous les détails d'appareillage du pont de Tilsitt, dont la construction, qui peut servir de type pour les ouvrages du même genre, a donné, comme on vient de le voir, des résultats très-satisfaisants. Ils montrent d'ailleurs que les cintres employés pour la reconstruction des voûtes étaient formés de onze fermes équidistantes, et que des dispositions spéciales avaient été adoptées pour réserver une passe navigable dans la deuxième arche. Un dessin spécial, qui se trouve reproduit à notre planche XXXVIII, permet de se rendre compte de ces dispositions sans qu'il soit besoin d'entrer dans aucune explication accessoire.

Dans les autres arches, les cintres s'appuyaient sur une double palée centrale, formée de vingt-deux pieux, reliés transversalement et longitudinalement par

des moises horizontales. Chaque file de pieux était surmontée d'un chapeau continu sur lequel étaient placés des potelets qui ont été plus tard remplacés par des boîtes à sable pour le décintrement. Du côté des piles et des culées, les fermes s'appuyaient sur une longrine reposant sur des corbeaux ménagés dans des saillies de la pierre de taille, qui ont été enlevés après l'exécution.

De chaque côté de la palée centrale, les parties essentielles d'une ferme étaient deux arbalétriers assemblés sur un poinçon, et reliés entre eux par des moises horizontales formant entrait. Deux moises horizontales, reliant les deux poteaux de la partie double, rattachaient ensemble les deux entraits, et par conséquent les deux parties de la ferme.

Le cintre de la deuxième arche de rive droite était disposé, comme on le voit à la planche XXXVIII, de manière à laisser pour la navigation une passe de 12^{m}.20 de largeur et de 6^{m}.50 de hauteur au-dessus de l'étiage. Chaque ferme se composait d'une ferme américaine comprenant deux cours de moises horizontales et un cours supérieur de moises inclinées formant vaux. L'espacement des palées de support était de 12^{m}.20.

Les autres dispositions de détail et moyens d'exécution des diverses parties du pont de Tilsitt ont consisté d'abord dans un pont provisoire destiné à maintenir le passage pendant la durée des travaux; ce pont, placé à l'amont, était composé de trois fermes américaines, reposant sur les murs des deux quais riverains, et sur quatre doubles palées établies dans l'axe des piles du pont. En avant de chaque palée était construit un brise-glace destiné à protéger non-seulement le pont provisoire, mais aussi les palées du pont de service et des divers échafaudages employés à la construction.

Outre le pont provisoire, deux ponts de service avaient été établis, l'un en amont et l'autre en aval du pont de Tilsitt. Leur tablier était à la hauteur de 9^{m}.60 au-dessus de l'étiage. Chaque pont portait une voie ferrée pour le transport des matériaux sur des chariots disposés à cet effet, et, en outre, un rail longitudinal destiné à supporter les grues élévatoires desservant tout l'emplacement compris entre les deux ponts.

Les grues élévatoires étaient au nombre de cinq pour l'exécution des travaux simultanément sur les cinq arches. Leur portée, égale à l'écartement des rails intérieurs des ponts de service, était de 20^{m}.45. La hauteur laissée libre entre l'étiage et le dessous du pont des grues était de 14 mètres. Chaque grue élévatoire portait deux treuils mobiles mus à bras d'homme.

Enfin, pour hâter et faciliter l'approvisionnement, une machine élévatoire à vapeur avait été installée pour amener directement les matériaux sur les ponts de service, sans avoir recours à l'action des grues.

Le pont de Neuilly devant toujours être cité comme point de départ des grands travaux de ce genre, nous rappellerons que l'article 96 du devis de cet ouvrage avait prévu l'emploi « de six grues de 25 à 30 pieds de volée (8 à 10 mètres), « avec les autres machines et équipages nécessaires pour lever les cintres et les « pierres. » Mais en place de grues, on s'est servi en réalité d'un treuil avec roues à peu près semblables à ceux qu'on emploie aux carrières à puits, ce qui paraît aujourd'hui bien primitif.

Nous n'avons pas les éléments nécessaires pour faire ressortir distinctement la dépense des appareils perfectionnés du pont de Tilsitt. Nous savons seulement que la dépense totale de ce pont s'est élevée à 1,191,274 francs, y compris 63,075 francs pour le pont provisoire, 118,122 francs pour la démolition de l'ancien pont, et 129,302 francs pour les travaux de reconstruction et de rectification des quais aux abords.

Nous avons pu étudier également à l'Exposition du Champ-de-Mars le spéci-

men, à l'échelle de $0^{m}.04$, du *pont Napoléon*, jeté dans une gorge des Pyrénées, à Saint-Sauveur, pour faire franchir le gave de Pau par une route impériale, et qui est un modèle de ce que peuvent le travail et le génie des hommes.

Nous mentionnons cet ouvrage, composé d'une seule arche en plein cintre de 42 mètres d'ouverture, et dont la première assise de la maçonnerie est située à 40 mètres au-dessus des basses eaux du gave, surtout à cause de la disposition de ses cintres, échafaudages et appareils divers qui, dans un emplacement aussi resserré et sur un chantier placé dans une situation aussi abrupte, devaient être très-compliqués et présenter de grandes difficultés.

Outre le cintre de ce curieux et important ouvrage d'art, l'ensemble de la charpente comprenait un pont de service placé sur le cintre pour le bardage des matériaux, un échafaudage assis au fond du gave et une plate-forme placée au niveau des naissances. L'échafaudage se prolongeait jusqu'à la rencontre du cintre. Il était destiné à supporter la plate-forme établie au niveau des naissances et à prévenir les mouvements du cintre dans le sens perpendiculaire aux têtes du pont.

Le cintre était formé de quatre fermes retroussées. Chaque ferme se composait essentiellement de six arbalétriers s'arc-boutant deux à deux, et symétriquement, soit directement, soit par l'intermédiaire d'entraits. Les pièces de cette charpente étaient rendues solidaires par deux cours de moises horizontales et par des clefs pendantes.

Le pont de service sur cintre se composait de chandelles verticales d'une hauteur variable, avec leur distance de l'axe de la voûte, et placées deux à deux dans des plans parallèles à cet axe. Les chandelles étaient reliées par des croix de Saint-André placées dans des plans perpendiculaires aux têtes du pont. Des chapeaux posés sur les chandelles supportaient les rails sur lesquels roulaient les treuils servant au bardage.

L'échafaudage, partant du fond du torrent, était composé de six poteaux montants, placés deux à deux dans des plans parallèles aux têtes du pont; ils étaient reliés dans deux directions par des croix de Saint-André; enfin des chapeaux perpendiculaires au fil de l'eau et des moises normales à cette direction complétaient la triangulation du système.

La plate-forme se composait de poutres horizontales reposant sur des sous-poutres placées, soit sur les rives, soit sur la grande palée. Des contre-fiches empêchaient la flexion des sous-poutres.

L'établissement des fondations de la palée a présenté des difficultés particulières. Ce n'est qu'au moment de la fonte des neiges que l'on a pu faire ces fondations. Chacun des six poteaux montants inférieurs a été assis sur une chandelle en sapin maintenue à la partie centrale d'un tronc de pyramide formé de béton de ciment.

Pour donner une idée de l'importance des ouvrages accessoires dont nous venons de parler, nous rappellerons que, sur la dépense totale, qui s'est élevée à 318,636 francs, les dépenses afférentes aux travaux provisoires ont été de 121,092 francs, soit environ les trois-huitièmes du chiffre total. — Le cintre seul de la voute a coûté près de 39,000 francs.

Le décintrement, qui a eu lieu juste un mois après l'achèvement des maçonneries de la voûte et des tympans, a été fait à l'aide de verrins[1]. Le tassement,

1. Les verrins dont nous aurons occasion de parler fréquemment dans le cours de cet article sont, comme on le sait, des crics perfectionnés, où la crémaillère est remplacée par une tige verticale en forme de vis, engagée dans un écrou qui fait tourner et monter cette vis à chaque mouvement d'un levier cliquet solidaire avec l'écrou et avec le bâti du verrin.

observé à l'aide de deux règles parallèles, dont l'une était fixe et l'autre était attachée à la clef de la voûte, a été inférieur à $0^m.005$.

Sans compter les ponts métalliques, dont nous parlerons plus loin à l'occasion de la manœuvre et des appareils de lançage des tabliers, on remarque aussi, dans la collection des grands ponts et viaducs français représentés au Champ-de-Mars, et pour lesquels la mise en œuvre des appareils a véritablement présenté de l'intérêt, divers ouvrages dont les principaux sont les suivants :

1° Le *pont d'Albi*, sur le *Tarn* (modèle à l'échelle de $0^m.04$), où l'on a employé des cintres reposant sur les pieux de fondation et sur deux palées intermédiaires, composées de pieux sabottés et battus jusque dans le tuf à travers la couche de gravier qui le recouvre. On a cintré à la fois trois anneaux de chacune des cinq arches. Les mêmes bois ont servi ensuite à cintrer les deux anneaux restants.

Le décintrement des voûtes a eu lieu au moyen de boîtes à sable placées à $5^m.50$ au-dessus des naissances des voûtes. Nous résumerons plus loin les détails généraux de cette opération.

2° Le *viaduc en maçonnerie de Morlaix*, représenté par un modèle à l'échelle de $0^m.04$, et par un album de dessin. Cet ouvrage n'a présenté aucune particularité dans l'installation des cintres; mais sa grande élévation ($62^m.16$ sur l'un des points, depuis le rocher qui a reçu les fondations jusqu'au niveau des rails), sa position au milieu des maisons de la ville et le manque d'emplacement qui en résultait pour l'établissement d'échafaudages latéraux, ont entraîné l'emploi d'un pont de service reposant sur les piles, et s'élevant à l'aide de verrins au fur et à mesure de l'avancement des maçonneries. Ce pont de service consistait en une passerelle américaine en bois à deux planchers. Les matériaux arrivant au pied de l'ouvrage étaient montés sur le plancher supérieur de la passerelle à l'aide de trois machines à vapeur placées au niveau des quais du port. Deux voies de fer établies sur ce plancher conduisaient les bourriquets de matériaux sous des grues fixes placées au-dessus de chaque pile et servant à descendre lesdits bourriquets.

Une chaîne sans fin, mue par l'une des machines à vapeur, montait les augets à mortier qui étaient distribués aux goujats, au niveau du plancher inférieur de la passerelle, par lequel se faisait le transport jusqu'aux écouloirs communiquant avec les caisses à mortier installées sur chaque pile. Cette même chaîne montait les arrosoirs destinés à donner à la pierre l'humidité nécessaire pour la bonne prise du mortier. Pour les parties les plus élevées du viaduc, le montage à la machine a été supprimé, et le service s'est fait sur la passerelle par les deux coteaux.

Le chantier où les matériaux étaient déposés était situé en dehors de la ville et relié au viaduc par une voie de fer établie le long du quai de la rive gauche du bassin à flot. Les wagons transportant les pierres et le sable étaient traînés par des chevaux depuis le chantier jusqu'au viaduc.

La dépense spéciale des appareils ne nous est pas connue; mais celle de l'ensemble du viaduc s'est élevée à 171 francs 83 centimes par mètre superficiel d'élévation (vides et pleins confondus), et à 28 francs 36 centimes par mètre cube de maçonnerie.

3° Un *pont sur la Loire, près Chalonnes*, composé de dix-sept grandes arches de forme elliptique, surbaissées au quart et présentant une ouverture de 30 mètres chacune.

Dans ce pont, dont un modèle de détail à l'échelle de $0^m.04$ et des dessins à l'échelle de $0^m.005$ et de $0^m.001$ figurent à l'Exposition du Champ-de-Mars, les

cintres, qui ont seuls occasionné une dépense de 202,400 francs, soit 336 francs par mètre linéaire, étaient fixes et reposaient sur cinq points d'appui, dont deux étaient formés par les socles des piles et les trois autres par des files de pieux, dont une double au centre de l'arche. Le cube des bois employés a été par arche de $24^{mc}.32$ en moyenne pour les basses palées, et de $172^{mc}.70$ pour la partie constante du cintre, soit en totalité 197 mètres cubes. On a fourni des cintres neufs pour neuf arches sur dix-sept; pour les autres, il y a eu réemploi. La dépense de chacun des cintres neufs s'est élevée moyennement à 15,500 francs.

Ces cintres ont donné de bons résultats : leur tassement au sommet pendant la construction de la voûte a été de $0^m.04$ en moyenne, et le tassement des voûtes par suite du décintrement n'a pas dépassé en moyenne $0^m.05$.

Ce résultat, même lorsqu'on le rapproche de celui beaucoup plus important obtenu au pont de Tilsitt, où les arches n'avaient, il est vrai, qu'un peu plus des deux tiers de l'ouverture de celles du pont de Chalonnes, permet d'espérer qu'on finira par arriver à une espèce de perfection absolue sous le rapport de l'installation et de la manœuvre des appareils appliqués à la construction des voûtes des grands ponts.

4° Le *viaduc sur l'Aulne, près Port-Launay* (chemin de fer de Châteaulin à Landernau), représenté à l'Exposition par un modèle de détail à l'échelle de $0^m.04$ et par des dessins à l'échelle de $0^m.005$ et $0^m.01$.

Nous avons cru devoir mentionner ce pont, à cause de sa grande hauteur (environ 50 mètres), et pour citer une particularité dans l'établissement des cintres qui ont servi à construire les douze arches de 22 mètres d'ouverture chacune du pont. Ces cintres étaient soutenus par des rails traversant les maçonneries des piles au niveau des naissances. Pour chaque arche, le cube de bois employé s'est élevé à 106 mètres, et la dépense du cintre a été de 8,000 francs environ. Le tassement au sommet pendant la construction a été en moyenne de $0^m.09$, chiffre un peu élevé si on le compare à ceux que nous avons cités plus haut pour d'autres ponts; mais le tassement des voûtes par suite du décintrement n'a pas dépassé $0^m.015$ en moyenne, ce qui montre que la construction des cintres n'a pas atteint ici la perfection relative des maçonneries au point de vue de la conception et de l'exécution.

La dépense totale de ces cintres a été de 100,000 fr., soit 280 fr. par mètre linéaire. Le viaduc a coûté en totalité 2,200,000 fr., soit 6,162 fr. par mètre linéaire.

5° Le pont sur le *Scorf*, à *Lorient* (chemin de fer de Nantes à Chateaulin), figurant à l'Exposition par un dessin d'ensemble et de détails.

Ce pont, dont les deux piles métalliques ont été fondées au moyen de l'air comprimé, d'après le système adopté au pont de Kehl [1], l'une à 21 mètres et l'autre à 15 mètres de profondeur, n'a pas exigé d'installations motivant une mention spéciale au point de vue du sujet que nous traitons.

6° Enfin, nous ne voulons pas quitter la catégorie des grands ponts représentés à l'Exposition française, sans mentionner l'un des plus importants, celui du *Point-du-Jour* ou *d'Auteuil*, sur le chemin de fer de ceinture, situé en grandeur naturelle, à quelques pas du Champ de Mars même, et que l'on retrouve à l'Exposition universelle sous la forme d'un modèle à l'échelle de $0^m.04$, accompagné d'un dessin en perspective.

Ce gigantesque ouvrage, qui n'est que la réunion de plusieurs viaducs successifs, et qui n'a pas moins de 200 à 210 arches, sans compter le pont sur la Seine, de 5 grandes arches elliptiques de 30 mètres environ d'ouverture, et le viaduc

1. Voyez la description de ce système, *Annales du Génie civil*, 5e année, 1866, p. 834.

formant deuxième étage au-dessus du pont, est principalement remarquable sinon par sa hauteur ou par les difficultés d'exécution qu'on peut avoir rencontrées, du moins par son immense développement et par le soin avec lequel il paraît avoir été établi.

Les installations et manœuvres d'appareils, dont nous avons à parler, n'ont présenté d'ailleurs aucune particularité exceptionnelle. Elles ont été conduites comme il est indiqué ci-après :

Les grandes arches (à la traversée de la Seine) ont été montées sur des cintres de deux systèmes : le premier, prenant trois points d'appui intermédiaires, a été appliqué aux arches 1 et 2, fermées à la navigation.

Le second système, réservant un passage libre de 12 mètres au touage à vapeur de la navigation montante et descendante, a été appliqué aux arches 3 et 4. Nous ferons remarquer en passant que la condition généralement imposée de réserver un passage pour la navigation dans les installations relatives à la construction des ponts sur les rivières navigables, nous a engagé à donner avec beaucoup de détail, à la planche XXXVIII, un dessin des dispositions adoptées en pareille circonstance. Ce dessin est spécial, il est vrai, au pont de Tilsitt, à Lyon, mais il peut être consulté avec fruit pour les travaux analogues.

Les cintres du pont-viaduc d'Auteuil ont été montés sur des boîtes à sable, dont le jeu précis, sous des charges énormes au moment du décintrement, a montré une fois de plus, comme nous l'indiquons plus loin avec détail dans un paragraphe spécial, les importants services rendus par ce système dans les grands travaux.

Le pont d'Auteuil (à la traversée de la Seine) a été établi par les moyens généralement en usage, sans matériel exceptionnel. Il n'y a pas eu de pont de service général. Les matériaux ont été apportés par bateau ; pour la construction des voûtes, on a établi à l'amont et à l'aval deux passerelles à 1 mètre 30 en contrebas de la clef des voûtes ; ces passerelles portaient des voies de fer sur lesquelles circulaient les wagons chargés de matériaux et envoyés des chantiers d'approvisionnement ou de fabrication du mortier ; les matériaux, repris par des grues mobiles à trois mouvements, arrivaient dans les meilleures conditions de rapidité et de sécurité jusqu'au lieu de pose.

Après le décintrement des grandes arches, les passerelles de service ont été supprimées, et les voies de service ont été rétablies sur les parties latérales du pont lui-même, pour servir à la construction des ouvrages d'évidement des tympans, et ensuite à la construction du viaduc du chemin de fer.

Le montage du viaduc a été d'une grande simplicité et sans difficulté, les parties latérales du pont facilitant singulièrement l'approche des matériaux au pied de chaque pile.

Les viaducs à droite et à gauche d'Auteuil et du Point-du-Jour n'ont point dû non plus offrir de grandes difficultés d'exécution, en raison de leur peu d'élévation au-dessus du sol.

Les documents nous manquent pour indiquer la dépense spéciale des appareils que nous venons de décrire succinctement. Nous savons seulement que le prix total du mètre carré du pont des voitures s'est élevé à 430 fr. environ, chiffre peu différent du prix de revient des derniers ponts construits à Paris. La dépense par mètre superficiel en élévation (fondations comprises) du viaduc formant le deuxième étage du pont et des arches de 20 mètres des quais, s'est élevée à 266 fr., chiffre sensiblement supérieur à ceux du viaduc d'Auteuil et de Javel, qui ne dépassent pas 143 fr., et justifié d'ailleurs par les matériaux de choix avec lesquels l'étage supérieur du pont-viaduc a dû être exécuté dans toutes ses parties.

Sections étrangères (construction des voûtes de ponts, etc.). — Après avoir mentionné les principales particularités du matériel de la section française à l'Exposition universelle de 1867, en ce qui concerne la disposition et l'emploi des appareils servant à la construction des voûtes des grands ponts, nous devons ajouter que les envois similaires faits par les nations étrangères se bornent à un très-petit nombre de produits ; les visiteurs ont dû toutefois remarquer avec un vif intérêt l'importante exposition de *l'Institut technique de Florence*, qui, entre autres grands détails de constructions accessoires, comprend sous les numéros 2 et 3 deux modèles très-bien combinés de cintres de grands ponts. De son côté, *l'Espagne* a envoyé le modèle des cintres du *pont de l'Horadata,* pont construit sur l'Èbre pour le passage de la route de Cereceda à Villasante, province de Burgos, avec une ouverture de 23 mètres 40 et une flèche de 5 mètres 92. Le cintre représenté à l'Exposition n'offre aucune particularité notable et ne fait que montrer la simplicité caractéristique de cette classe de travaux en Espagne. Nous pourrions en dire autant de quelques appareils auxiliaires exposés par d'autres nations, où nous n'avons remarqué aucun point motivant une mention exceptionnelle. Nous terminerons donc dès à présent ce premier paragraphe de notre travail par quelques indications sur l'opération si délicate du décintrement des arches, et par la description des appareils exposés pour cet objet dans les galeries françaises du palais du Champ de Mars.

Procédés de décintrement des voutes. — La rupture récemment survenue avec de si fâcheuses conséquences au pont Lieutaud, construit par la ville de Marseille, et d'autres accidents qui n'ont pas eu le même retentissement, mais qui n'en ont pas moins présenté une certaine gravité, ne témoignent que trop des soins que l'on doit apporter au déplacement et à l'enlèvement des cintres des grandes voûtes.

L'ancien mode de décintrement consistait, comme on sait, dans l'emploi de cales ou coins qui servaient d'intermédiaires entre les fermes des cintres et leurs appuis, mais dont l'enlèvement ne pouvait se faire sans occasionner des secousses plus ou moins fortes, préjudiciables à la sécurité de l'édifice.

L'exécution des nombreux ponts en maçonnerie construits dans les vingt-cinq dernières années, a naturellement appelé l'attention des ingénieurs sur l'insuffisance des anciens procédés de décintrement des grandes voûtes. Une note que nous avons sous les yeux, et qui se rapporte aux appareils exposés au Champ de Mars, rappelle que plusieurs systèmes nouveaux ont été successivement expérimentés ; deux sont particulièrement passés dans la pratique : le décintrement au moyen du sable et le décintrement au moyen de verrins.

L'application de ce dernier procédé, qui a été récemment faite au pont Napoléon, dans les Pyrénées, mentionné plus haut, paraît appartenir à M. Dupuit, inspecteur général des ponts et chaussées ; elle est facile à comprendre, d'après les conditions de la manœuvre des verrins, qui permettent d'uniformiser et de régulariser avec une précision mathématique le soulèvement ou la descente des lourdes masses.

L'emploi du sable, imaginé par M. Beaudemoulin, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a été fait de plusieurs manières.

La première application a eu lieu au moyen de sacs dans lesquels le sable était enfermé. Dès l'origine, M. de Sazilly, ingénieur des ponts et chaussées, avait pensé à remplacer ces sacs par des cylindres en forte tôle. En 1854, à l'époque du décintrement du pont d'Austerlitz, cette disposition, dont il nous a paru intéressant de reproduire à la pl. XXXVIII la forme primitive, fut proposée et appliquée par M. Bouziat, conducteur des ponts et chaussées, qui, dans une note

déjà ancienne, relative à cet objet, en a donné une description analogue à celle qui va suivre, sauf quelques légères variantes dans les dimensions de l'appareil, qui ont été, comme on va le voir, un peu modifiées.

Description. — Entre les retombées des cintres et les supports inférieurs, on place, en correspondance avec chaque ferme, des cylindres ou manchons en tôle de 0m.30 de diamètre intérieur sur 0m.30 de haut[1]. Ils sont posés sur une plate-forme en bois de 0m.04 d'épaisseur et de 0m.40 de côté. Sur chaque plate-forme se trouve un disque en bois de 0m.02 d'épaisseur et d'un diamètre de 0m.30, servant à fixer le cylindre.

Les fig. 2, 3 et 4 de la pl. XXXVIII indiquent les dispositions des caisses cylindriques en tôle et de leur plate-forme en bois, régnant sur une hauteur d'environ 0m.50 entre la semelle supérieure et la semelle inférieure du cintre.

Quatre orifices de 0m.02 de diamètre sont percés dans chacun des cylindres à 0m.03 au-dessus de sa base, et placés à l'extrémité de deux diamètres rectangulaires. On les ferme par de simples bouchons de liége.

Les cylindres sont remplis de sable convenablement desséché, jusqu'aux deux tiers ou aux trois quarts de leur hauteur, et au-dessus on engage des pistons cylindriques en bois, qui entrent sans frottement dans les cylindres en tôle.

C'est sur ces pistons que repose le cintre.

Quand l'appareil doit rester quelque temps en place, on garnit les joints entre chaque cylindre et son piston au moyen de plâtre, afin de mettre le sable à l'abri de l'humidité.

Au moment de décintrer, on enlève les bouchons; on dégage, si cela est nécessaire, les orifices avec un crochet; quelques légers coups frappés sur les cylindres activent l'écoulement.

Le sable s'écoule et les pistons s'enfoncent avec régularité (ce qui s'observe par l'échelle graduée ou clouée sur chaque piston). Le petit cône de sable qui se forme au droit de chaque orifice, suffit pour interrompre momentanément l'écoulement, qui reparaît aussitôt que le sable a été enlevé ; cette obturation naturelle, que le petit cône de sable reproduit mathématiquement, permet d'opérer par degrés égaux infiniments petits, c'est-à-dire d'obtenir en quelque sorte des abaissements différentiels.

Comme on l'a dit, le premier pont décintré avec l'appareil à manchon de tôle a été le pont d'Austerlitz, où chaque arche du pont était supportée par trente-six caisses, soumises chacune pendant l'action du tassement à une pression considérable (environ 90,000 kilog.), et où l'opération du décintrement a été faite en deux heures, c'est-à-dire en un cinquième environ du temps employé pour le décintrement au moyen de coins et avec beaucoup moins de frais. Depuis cette époque de nombreuses applications de ce procédé ont été faites et ont toujours réussi.

Nous nous bornerons à mentionner celles que nous avons rappelées ci-dessus pour les ponts d'*Albi*, sur le Tarn; d'*Auteuil*, sur la Seine, et enfin pour le pont de *Tilsitt*, à Lyon, dont les appareils spéciaux de décintrement, analogues à ceux ci-dessus décrits, sont figurés à la planche XXXVIII.

M. l'ingénieur en chef Beaudemoulin a proposé d'apporter aux systèmes em-

1. Afin de rendre le manchon uniformément résistant, c'est-à-dire de protéger le point faible à l'endroit de la soudure, « on a replié de 5 centimètres les extrémités de la tôle « qui le forme, et ces plis étant accrochés ont été tenus assemblés par des rivets, de sorte « que l'épaisseur à cet endroit était de 8 millimètres. » (Note de M. Bouziat; voyez le dessin de la pl. XXXVIII, fig. 4.)

ployés jusqu'à ce jour divers perfectionnements qui figurent parmi les modèles exposés au Champ de Mars.

Le premier est applicable aux sacs en toile, et consiste dans un ajustage métallique pourvu d'un petit fermoir.

La deuxième modification s'appliquerait aux boîtes en tôle, qui seraient munies d'un collier mobile dans un plan horizontal, et portant de petites lames de tôle normales à la surface cylindrique de la boîte; en faisant décrire à ce collier un petit arc de cercle, on balayerait le sable accumulé devant l'orifice des boîtes. En même temps, M. Beaudemoulin propose de substituer des tampons métalliques aux bouchons de liége qu'on a employés jusqu'à ce jour. Nul doute que les ingénieurs français et étrangers ne s'empressent d'adopter ces améliorations, qui offrent de véritables garanties de sécurité dans une branche de l'art de la construction, où l'on ne procédait jusqu'à ces derniers temps que par voie de tâtonnements et d'essais toujours incertains et quelquefois dangereux.

Époques du décintrement. — En aucune façon l'opération du décintrement ne serait exempte de chances d'accidents si l'on ne choisissait judicieusement le moment le plus opportun pour l'enlèvement des cintres, à partir de l'époque de l'achèvement des voûtes. Il est évident que la solution de ce problème ne peut s'exprimer par une simple formule, car elle dépend de plusieurs éléments qui ont tous une grande importance (ouverture de l'arche, hauteur de la flèche, nature des matériaux : pierres, moellons, ciments, conditions de température, etc., etc.). A titre de simple renseignement, nous rappellerons que dans la généralité des grands ouvrages qui sont représentés à l'Exposition universelle, on s'est toujours bien trouvé de retarder le plus possible l'opération du décintrement.

Ainsi, au pont de Tilsitt, à Lyon, les cinq voûtes, terminées le 14 mai 1864, n'ont été décintrées que le 25 juin suivant. Pour plusieurs autres ponts, nous avons vu observer au moins le délai d'un mois, même lorsqu'on se trouvait en présence des conditions les plus favorables. Enfin, les renseignements relatifs au pont d'Austerlitz, à Paris, nous ont fait connaître que cet ouvrage n'a été décintré qu'après avoir été livré à la circulation publique.

II. — Appareils des travaux du canal maritime de Suez.

En dehors du mérite de l'agencement général de son installation spéciale au Champ-de-Mars et des plans en relief des chantiers et ateliers qui fonctionnent sur toute la ligne du canal maritime, dont la longueur est, comme on le sait, de 160 kilom., la largeur, ou ligne d'eau, de 100 mètres, et la profondeur de 8 mètres (tirant d'eau des grands navires), l'exposition de la *Compagnie de l'isthme de Suez* comprend un grand nombre de spécimens et modèles de matériel dont les principaux sont les suivants :

A. Une drague à long couloir, creusant et déversant en même temps les déblais au loin.

B. Un appareil élévateur adjoint aux dragues pour déverser les déblais par-dessus les berges quand celles-ci sont trop hautes pour permettre l'emploi du long couloir.

C. Un chaland flotteur, destiné à transporter des dragues à l'appareil élévateur les caisses pleines des déblais provenant de la drague.

D. Un bateau porteur, employé à transporter en pleine mer, ou au milieu des lacs de l'intérieur, les déblais produits par les dragues dans les parties du canal à proximité des lacs ou de la mer.

E. Une gabarre à clapets latéraux, employée au même usage que les bateaux porteurs, avec cette différence que cette gabarre, spécialement destinée à porter les déblais dans les lagunes ou les bassins intérieurs de très-peu de profondeur, se décharge par le côté.

F. Un excavateur ou drague à sec, employé à creuser le seuil d'El-Guisr. Cet appareil est adossé aux parois qu'il ronge, et il verse les déblais dans des wagons qu'une locomotive emporte.

G. Un toueur destiné à remorquer les trains journaliers transportant les marchandises de Port-Saïd à Suez, et *vice versâ* par les canaux de la Compagnie.

Ces divers appareils, qui ont déjà acquis une grande notoriété dans le public, ne sauraient être décrits ici dans tout leur développement; mais les comptes rendus dont ils ont été l'objet et les renseignements particuliers que nous avons pu recueillir à leur sujet nous permettent d'en reproduire ci-après quelques-unes des dispositions essentielles :

Emploi des dragues. — A l'origine de ses travaux à Port-Saïd, la Compagnie de Suez a fait usage de petites dragues du système *Burnichon*, qu'elle lançait sur le marais pour commencer à creuser quelques chenaux dans l'emplacement du bassin définitif, et pour préparer quelques espaces nécessaires à la mise à l'eau d'appareils plus puissants qui devaient achever le canal. Ces premières dragues, qui sont encore employées aujourd'hui en divers points de l'isthme, versaient leurs produits dans des caisses que des grues enlevaient et vidaient dans des wagons de terrassement.

Notre planche XXXIX, figures 1, 2, 3, représente le type primitif des dragues du système Burnichon, construites par les Forges et Chantiers de la Méditerranée avant qu'on ne les ait modifiées de manière à laisser des fonds de $6^m.50$ à l'arrière. Ces dragues offraient les dimensions et dispositions suivantes :

Longueur hors tôles	$30^m.00$
Largeur —	$8^m.00$
Hauteur totale à la ligne droite des baux	$3^m.00$
Bouge des baux	$0^m.15$
Tirant d'eau	$1^m.35$
Longueur du puisard au pont	$13^m.00$
Largeur du puisard	$1^m.70$
Hauteur de l'axe du tourteau supérieur — au-dessus du fond de la drague	$9^m.85$
Hauteur de l'axe du tourteau supérieur — au-dessus de l'eau	$8^m.50$
Profondeur maximum du draguage	8 à 9^m
Nombre de godets passant sur le tambour par minute	12

Nous étudierons un peu plus loin les détails des transformations des appareils de l'isthme de Suez et les conditions d'emploi des différents systèmes de dragues desservies, soit par des bateaux à clapet ou des bateaux porteurs dont il sera question dans un des paragraphes suivants, soit par des couloirs déposant directement les déblais sur les berges, et d'une longueur portée successivement à 18, 25, 60 et 70 mètres.

On sait que toutes les dragues employées par la Compagnie sont à coques de fer. Elles n'ont qu'une seule élinde, dont le pied dépasse l'avant de la coque, afin que la drague puisse ouvrir un chemin devant elle dans le terre-plein.

Pour les dragues de grand modèle, avec installation de longs couloirs, les godets ont une capacité de 400 litres.

La machine à vapeur est à deux cylindres, d'une force de 35 chevaux, de 225 kilogrammètres, mesurée sur le piston. Elle marche à moyenne pression, avec condensation.

Tous les mouvements de relevage et d'abaissement d'élinde, de papillonnage, d'avance, etc., se font à la vapeur. On trouvera plus loin quelques détails sur ces dernières manœuvres.

Modifications successives des appareils. — Les dragues employées et exécutées suivant le système indiqué à notre planche XXXIX, pour le travail préparatoire et le creusement des rigoles, et dans lesquelles des contre-poids flottants suspendus à une chèvre faisaient équilibre au couloir et limitaient les oscillations de l'appareil, étaient à haute pression, sans condensation, avec machines horizontales de 14 à 18 chevaux, transmettant par des courroies le mouvement aux engrenages qui commandent les arbres des tourteaux.

Les coques en fer ont 22 et 25 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur. Pour leur permettre de recevoir de longs couloirs, on a augmenté leur stabilité par l'addition à chaque bord d'un chaland en bois de 5 mètres de large, et fortement assujetti contre la drague.

Ces chalands ont 12 mètres de long.

La capacité des godets de ces dragues est de 100 à 150 litres; il en passe environ 20 par minute.

Les couloirs sont en tôle : ils ont $1^{m}.20$ de large; leur section est celle d'une demi-ellipse, dont le grand axe est horizontal.

Leur inclinaison est de 6 à 8 pour 100; la longueur varie de 20 à 22 mètres; sur deux de ces dragues on a installé des pompes pour verser l'eau dans le couloir.

Seize appareils de ce genre ont servi à ouvrir environ 30 kilomètres d'un chenal neuf ayant 18 à 20 mètres de large, sur une profondeur variant de 2 à 3 mètres.

Une des dragues établies suivant le système indiqué à la fig. 1, planche XXXIX fonctionne encore en ce moment dans le bassin de Port-Saïd; son rendement maximum par jour de travail est de 1,900 mètres cubes, avec des fonds ne dépassant pas $4^{m}.50$. (La journée de travail est de douze heures en été; les réparations pour toutes les dragues en général ne permettent pas de travailler plus de vingt à vingt-quatre jours en moyenne par mois.)

La machine motrice des godets fait fonctionner deux chaînes de papillonnage M, parallèles à l'axe de la coque, et les enroule autour d'un treuil, de manière que la chaîne de babord mollit quand celle de tribord se roidit, et *vice versâ*.

Cette manœuvre se commande par un levier A placé sous la main du patron de la drague, qui surveille l'émergement des godets.

Un treuil à vapeur placé sur l'avant fait mouvoir la chaîne d'avancement N et les chaînes C de suspension de l'élinde.

Application des couloirs de 18 mètres et de 25 mètres. — Des travaux de renforcement de berge, de creusement de rigoles aux approches de Port-Saïd, ont été faits au moyen de nouvelles dragues que la Compagnie a fait construire, et auxquelles on a successivement adapté des couloirs de 18 et de 25 mètres, et des pompes supplémentaires.

La figure 5 de la planche XXXVIII donne le croquis en élévation d'une drague à couloir de 25 mètres. Ces couloirs sont soutenus par des tringles en fer, et à côté de la drague il y a un bateau qui supporte également le couloir.

Les diverses parties de la drague à couloir de 25 mètres sont disposées d'après les indications ci-après. (Voir pl. XXXVIII, fig. 5.)

F. Coupe de la drague.

E. Chaland contre-poids équilibré avec de l'eau.
D. Chaland support du couloir.
B. Couloir.
A. Chèvre support.
m. Haubans.
G. Tourteau supérieur.
(Le tourteau inférieur est la partie inférieure Q de l'élinde.)
Vingt-six godets (cubant chacun $0^m.330$ environ); trois godets cubent 1 mètre.
Longueur du couloir : 25 mètres.

Nous ne croyons pas devoir entrer dans plus de détails au sujet de ces dragues, auxquelles l'avancement et le progrès des travaux ont fait substituer sur divers points les appareils dont il est question au paragraphe suivant.

Longs couloirs de 60 et 70 mètres. — La nécessité de régulariser à l'inclinaison prévue les talus du canal maritime, de protéger les berges contre l'action du butillage, et de remplir diverses conditions spéciales à une voie navigable d'une aussi grande section, et en même temps d'améliorer autant que possible l'outillage en réduisant le nombre des bras, a fait trouver dans l'emploi des longs couloirs la solution complète d'un problème devenu de jour en jour plus difficile.

D'après les communications faites à la Société des ingénieurs civils de France par M. Lavalley, ingénieur entrepreneur chargé de l'exécution des travaux du canal, les nouveaux besoins ont obligé à donner aux dragues une hauteur inusitée, à construire des couloirs de 60 et de 70 mètres de longueur, à les supporter et les relier à ces dragues. On ne pouvait conserver, même en les exagérant, les dispositions qui avaient suffi pour les petits couloirs. L'accroissement des dimensions augmentait singulièrement les efforts des différentes parties des appareils; mais le nouveau système a permis d'adopter des moyens pratiques pour réaliser le transport des déblais dans les conditions imposées, et en supprimant d'un coup les grues et les caisses, les pontons de débarquement, les wagons, les rails, etc. Il enlève surtout l'incertitude de réussite du wagonnage sur des remblais de vase, d'argile détrempée, ameublie par l'arrachement des godets.

Épure des couloirs de 60 mètres. — Dans le nouveau genre d'appareils, les dragues munies de longs couloirs, soit de 60 mètres, soit de 70 mètres, sont, comme les autres, à une seule élinde, dont le pied dépasse l'avant de la coque.

Le dessin de la planche XXXIX, figures 4 et 5, donne l'épure de l'avant-dernier modèle des grandes dragues des Forges et Chantiers de la Méditerranée, avec couloir de 60 mètres.

Dans ce système de dragues, les chaînes de papillonnage E et les chaînes d'avancement F sont mues par la même machine et s'enroulent autour d'un même treuil T.

La chaîne D de l'élinde est mue directement par la grande machine.

La transmission aux engrenages supérieurs se fait *extérieurement* par l'intermédiaire de l'arbre H (fig. 5).

Le long couloir est, comme nous l'avons dit, de 60 mètres de longueur. (Voir plus loin pour l'application des nouveaux couloirs de 70 mètres.)

L'appui central S est en fer, les deux grandes bigues K sont en bois.

Le rendement journalier de ces dragues peut atteindre 2,000 mètres dans un terrain de sable compacte. La drague dont nous avons représenté l'épure, avec son long couloir de 60 mètres, ayant son élinde descendue à 8 mètres, a laissé derrière elle des fonds de 6 mètres à $6^m.50$. Le travail relevé pour une moyenne

d'un mois a été de *quarante-deux mille cinq cents* mètres cubes dans un terrain de sable et de vase.

Drague à couloir de 70 mètres. — Cet appareil, analogue à celui de la planche XXXIX, constitue jusqu'à présent la dernière expression des perfectionnements obtenus pour le genre de travaux auxquels il est affecté.

Nous reproduisons, d'après un discours récent prononcé à Nantes par M. de Lesseps, avec sa netteté et son énergie habituelles, la description de la drague à long couloir de 70 mètres de longueur, imaginée et appliquée par M. Lavalley, suivant les instructions de l'éminent directeur général des travaux, M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Voisin Bey :

« Cette drague élève elle-même les matières extraites à 20 mètres, les jette dans le couloir, tandis qu'une pompe lance un fort jet d'eau qui les mélange et les pousse à l'extrémité de ce couloir. Ainsi la drague, même au milieu du canal, n'a besoin d'aucun intermédiaire de bateaux, de caisses ou de wagons pour placer les déblais à des distances assez considérables pour garantir le maintien des berges. Si les cavaliers ayant une certaine hauteur étaient trop rapprochés des berges, il faudrait appréhender qu'une partie des vases restée pendant un certain temps à l'état plus ou moins fluide ne retombât dans le canal; mais par le moyen du long couloir, du jet d'eau et des matières mouillées qui arrivent au delà de la berge, on forme du côté opposé comme une espèce de rivage qui s'étend à 150 ou 200 mètres des parties basses; avec le soleil d'Égypte, les couches successivement apportées se sèchent promptement et forment un terrain parfaitement solide. Ce nouveau système de dragues et la pente allongée des talus permettront plus tard d'élargir à peu de frais la cuvette du canal, dans le cas où cette opération serait jugée nécessaire. »

La drague munie de son couloir, qui est un organe inerte non susceptible de dérangement, n'est plus solidaire pour son travail d'une série d'appareils.

Elle n'est plus exposée à être arrêtée par une rupture d'essieu, un déraillement de wagon, un retard dans le ripement d'une voie. Avec des chalands, des porteurs à faire accoster, le travail de nuit est impossible. Avec le long couloir, il devient facile : à la clarté de quelques fanaux, la drague se manœuvre aussi bien la nuit que le jour. Elle peut dépasser un rendement quotidien de 2000^{mc}.

Pente à donner aux couloirs. — Dans les conditions où s'effectuent les travaux du canal maritime, dont l'expérience ne manquera pas certainement de profiter aux travaux du même genre exécutés en d'autres pays, les couloirs appliqués aux dragues doivent, pour ne pas garder de dépôts, présenter des inclinaisons et des bases d'écoulement plus ou moins grandes, selon que les matières sont plus ou moins vaseuses.

Pour les sables, ces inclinaisons ne sauraient être inférieures à 5 pour 100.

Pour l'argile, la pente des couloirs a varié de 6 à 8 centimètres par mètre. L'injection de l'eau par une pompe supplémentaire est absolument indispensable pour les sables, les eaux déjà contenues dans les godets s'écoulant avec une vitesse plus grande que les matières et ne facilitant pas ainsi leur écoulement; mais cette injection supplémentaire n'est pas nécessaire pour l'argile, qui, baignée par l'eau des godets, descend facilement, suivant la pente du couloir; on rend d'ailleurs, au besoin, l'écoulement plus actif, soit au moyen d'un engin mécanique mû par la machine de la drague elle-même, soit au moyen du travail d'un certain nombre d'hommes, qui, marchant sur des planches faisant passerelle le long du couloir, accélèrent la descente des matières en les poussant avec des rabots.

Pour les diverses natures de terrain, la difficulté qu'éprouve l'écoulement du

déblai est toujours la plus grande dans les 12 ou 15 premiers mètres du couloir. Quand avec une certaine inclinaison il a franchi cette longueur, il continue son chemin sur cette même pente sans nouvelle difficulté.

Il faut ajouter que, toutes les fois que le cavalier s'est élevé assez haut pour toucher au couloir, celui-ci s'est engorgé, quelle que fût la nature du déblai, quelle que fût la quantité d'eau versée.

Dans ce cas, en effet, le déblai se dépose sur le cavalier devant le couloir, l'eau s'échappe tout autour, le dépôt augmente, barre la sortie du couloir qui se remplit alors et s'engorge indéfiniment.

Il est donc absolument nécessaire de tenir l'extrémité du couloir suffisamment élevée pour que le déblai tombe franchement; ou pour préciser davantage, il faut que dans ces oscillations verticales, l'extrémité du couloir laisse toujours au-dessous d'elle une hauteur au moins égale à celle du plus gros morceau qui puisse en sortir.

Détails spéciaux des dragues à long couloir. — Nous avons dit plus haut que les dragues à couloir de 70 mètres, dont le modèle envoyé au Champ de Mars diffère peu de celui figuré à la planche XXXIX, sont comme les autres à une seule élinde. Les dispositions de détail sont les suivantes :

Les coques ont 33 mètres de long sur $8^m,26$ de large.

L'axe du tourteau supérieur est à $14^m,70$ au-dessus de l'eau.

L'arbre de la machine à vapeur porte un tambour commandant successivement les deux pompes rotatives placées sur la drague et qui servent réciproquement de rechange.

La longueur du couloir, mesurée de l'axe de la drague, est de 70 mètres. Sa section est celle d'une demi-ellipse; il a 60 centimètres de profondeur sur $1^m,50$ de large.

La largeur du puits vertical dans lequel les godets, d'une capacité de 400 litres chacun, laissent tomber leurs déblais, étant plus grande que la longueur du couloir, le raccordement se fait par un rétrécissement graduel aussi long que possible.

Le couloir est raidi dans sa longueur par deux cours de poutres à larges treillis qui reposent à environ le tiers de leur longueur sur un chaland en fer. Afin que la stabilité de ce dernier soit complète, l'arcade qui supporte le montant du couloir repose sur le fond même du chaland. Il y est fixé, non pas d'une manière invariable, mais par un gros essieu dont l'axe dirigé suivant la longueur du chaland, passe en plan par l'axe de figure ou centre de déplacement de ce dernier.

L'attache du couloir à la drague n'est pas non plus rigide dans le sens vertical. Elle se fait par une forte charnière horizontale qui permet de faire varier l'inclinaison du couloir.

Le couloir mobile et le fond du déversoir viennent se toucher bout à bout; leur joint est recouvert et rendu étanche au moyen d'une bande de cuir, protégée et serrée par une bande de tôle sur laquelle passe le déblai. Cuir et tôle sont boulonnés au déversoir seulement.

Afin de pouvoir faire varier l'inclinaison du couloir, les deux montants de l'arcade qui le supporte sont à coulisses verticales.

Deux petites presses hydrauliques à main, faisant verrins, permettent de soulever le couloir. Quand il est amené à la hauteur convenable, des cales d'épaisseur correspondante sont rapportées dans les coulisses, le tout est boulonné de nouveau, et reprend la rigidité nécessaire.

Le transport des couloirs d'un chantier à l'autre, se fait facilement grâce à l'addition suivante :

L'arcade d'appui du couloir est, au-dessus des coulisses ci-dessus, coupée en deux par une séparation dans un plan horizontal.

Quand on a retiré les boulons qui, dans l'état de fonctionnement, réunissent les deux parties de l'arcade, on peut faire tourner autour d'un axe vertical et sur une espèce de plaque tournante, le couloir préalablement détaché de la drague. On l'amène ainsi dans le sens de la longueur du chaland; on fait reposer son extrémité libre sur un bateau *ad hoc*, et le tout devient facilement transportable.

Il est nécessaire que la drague, dans son mouvement de papillonnage (voir ci-après la description de cette manœuvre), entraîne son chaland. Pour cela, des étais horizontaux perpendiculaires aux axes des coques, des chaînes parallèles aux étais et d'autres réunissant l'avant d'une coque à l'arrière de l'autre, les unes et les autres munies de ridoirs, rendent la drague et le chaland tout à fait solidaires dans le sens horizontal. La solidarité dans le sens vertical est obtenue par des charpentes en fer qui, fixées à la drague, s'appuient et s'attachent au chaland du couloir.

Toutes les parties de ces charpentes et du couloir ont été calculées de façon à résister facilement dans toutes les hypothèses de charges. On a notamment supposé le couloir entièrement rempli de déblai sur toute sa longueur, puis seulement dans la partie en porte-à-faux en dehors du chaland.

Dans les différents cas du couloir vide, puis différemment rempli, le chaland du couloir s'enfonce plus ou moins, mais avec des variations assez faibles, grâce à sa très-grande surface. Rendu solidaire de la drague, il donne à celle-ci, dans ses oscillations, des inclinaisons toujours extrêmement faibles, tantôt sur un bord tantôt sur l'autre. En revanche, il l'aide à résister aux causes d'instabilité propres à la drague, qui sont, entre autres, l'inégalité de remplissage des soutes, l'état de vidange d'une des chaudières quand l'autre fonctionne, et surtout l'action énergique des chaînes de papillonnage.

Afin de parer à toutes les éventualités que l'on a pu prévoir, on a muni les couloirs de chaînes sans fin de même longueur qu'eux, et portant de distance en distance des palettes ou traverses en bois. Le brin inférieur repose sur le fond du couloir. La chaîne reçoit de la machine de la drague un mouvement continu, et, en cas de besoin aide le déblai d'argile à descendre.

Cet organe grossier, d'une simplicité extrême, peut remplacer les hommes poussant le rabot.

Enfin, pour le cas où les pompes rotatives installées sur les dragues ne donneraient pour certains déblais pas assez d'eau, le chaland du couloir reçoit une locomobile qui fait mouvoir une pompe donnant 150 mètres cubes par heure. L'eau de cette pompe est conduite presque en haut du couloir par un tuyau qui en suit toute la longueur.

En perçant sur ce tuyau des trous de distance en distance, on peut, s'il le faut, jeter de l'eau en différents points du couloir.

Manœuvres de papillonnage et conditions de stabilité des dragues. — Il y a une distinction à faire quant à la translation du navire dragueur et de son déplacement, entre les mouvements à l'amont et à l'aval, et entre les évolutions transversales qui constituent principalement ce que l'on appelle les mouvements de papillonnage.

Dans la manœuvre du papillonnage, qui se fait au moyen de chaînes partant des quatre coins de la drague et dont les extrémités sont fixées à des ancres à pattes extrêmement larges et fortes, appropriées à la résistance du terrain dans lequel on les fixe (voir pl. XXXVIII, fig. 6), les deux chaînes à babord se raccourcissent et

les deux tribords s'allongent. Ce mouvement est en rapport direct avec la vitesse d'extraction du déblai, car il est produit par la même machine.

La même observation s'applique à la chaîne d'avancement qu'on ne fait fonctionner que lorsqu'une zône transversale de 50 mètres à 60 mètres de largeur a été élevée.

Le papillonnage ordinaire, qui a pour objet, voir le croquis de la pl. XXXVIII, fig. 6, de reporter en *a b c d* l'appareil A B C D est généralement de 50 mètres ; il peut aller plus loin s'il est nécessaire.

Les chaînes passent à 1 mètre ou $1^{m}.50$ au-dessous du niveau de l'eau, par le moyen d'écubiers fixés aux dragues, ce qui laisse un tirant d'eau suffisant aux embarcations qui fréquentent actuellement le canal. On reproche à ces écubiers de s'user très-rapidement par le frottement des chaînes, mais on cherche une solution plus satisfaisante et il est permis d'espérer qu'on la trouvera.

Maintien de la stabilité des appareils. — La stabilité des dragues à grands couloirs sous l'action du vent et des manœuvres de papillonnage est convenablement assurée, et l'amplitude des oscillations à peine sensible, malgré la grande hauteur des dragues qui dépasse 14 mètres au-dessus du niveau de l'eau et malgré la grande longueur du couloir qui atteint 70 mètres ; cela tient au mode de réunion de la drague au chaland qui supporte le couloir, cette réunion établissant une solidarité complète entre toutes les parties de l'appareil qui, dès lors, repose sur une très-large base. Quant au porte-à-faux considérable du couloir au delà du chaland, les mouvements d'oscillation qui pourraient en résulter sont annulés par les tirants qui relient l'extrémité du couloir aux deux extrémités du chaland.

Dans le cas où, par suite de la grande élévation donnée aux dragues et de la profondeur à laquelle elles opèrent, on pourrait craindre de diminuer leur stabilité, il serait facile d'y remédier en élargissant la coque ; de même que si en allongeant les élindes on s'expose à avoir des chaînes de godets très-longues et par conséquent très-lourdes, très-tendues, on peut, d'après M. Lavalley, éviter ces inconvénients en diminuant un peu la capacité des godets ou mieux en augmentant les boulons d'articulation et les dimensions des maillons.

Afin de fortifier les bagues des maillons et d'adopter un système d'attache de godet au maillon suffisamment solide, on s'est arrêté pour le moment aux dimensions et dispositions suivantes dans l'agencement des articulations.

Les boulons ont $0^{m}.07$ de diamètre, les maillons mâles ont $0^{m}.06$ d'épaisseur ; chacune des moitiés du maillon femelle a $0^{m}.06$. Les bagues ont $0^{m}.020$ d'épaisseur. Les boulons sont à tête ronde et libres de tourner dans l'un et l'autre maillons. — Comme la portée dans le maillon mâle n'a que $0^{m}.06$, tandis qu'elle en a $0^{m}.12$ dans le maillon femelle, celui ci s'usera évidemment beaucoup plus lentement que le maillon mâle, et c'est le maillon femelle qu'il faut protéger ; c'est celui sur lequel le godet est attaché, et dont il faut éviter le remplacement. Quant aux attaches des godets sur les maillons, quelques solides qu'on ait cru les faire, elles prennent du jeu dans les rivures. Les rivets, une fois ébranlés, mâchent les trous des tôles ; quand il faut les changer, on augmente leur diamètre pour qu'ils puissent à peu près remplir les trous agrandis. Ils deviennent alors difficiles à écraser, et l'on sait que les rivets mal mis prennent vite du jeu.

Il y a sans doute dans les dragues employées par la Compagnie de Suez, dont nous n'avons pas craint de parler longuement, en raison de l'intérêt général qu'offrent ces appareils, d'autres points secondaires pouvant ouvrir la voie à de nouvelles amélorations ; mais ces détails imperceptibles ne sont pas appréciables

en présence des résultats d'ensemble de ces engins prodigieux, dont nous allons continuer la revue.

Appareils élévateurs.— Après les dragues, les modèles figurant à l'Exposition de la Compagnie de Suez qui nous paraissent présenter le plus d'importance et le plus d'intérêt, sont les *appareils élévateurs* que l'on adjoint lorsqu'il y a lieu aux dragues, pour déverser les déblais par dessus les berges, quand celles-ci sont trop hautes pour permettre l'emploi du long couloir.

On avait, en principe, cherché à remplir le même but au moyen de grues roulantes et tournantes, desservies par un système de wagonnage ordinaire; mais les difficultés de toute espèce que l'on a rencontrées, ont inspiré à l'entreprise, guidée à ce sujet par les indications précieuses de M. Voisin-Bey, directeur général des travaux, l'idée de construire un appareil élévateur offrant une économie importante sur le travail des grues et surtout sur la quantité de main-d'œuvre, et le nombre d'ouvriers à employer.

L'appareil élévateur, dont le modèle est exposé au Champ de Mars, et dont le dessin est donné à notre planche XL, fig. 1, 2 et 3, consiste essentiellement en deux poutres en fer, portées en leur milieu, sur la banquette-bordure, et placées perpendiculairement au canal.

Ces poutres supportent une voie de fer inclinée à environ 23 cent. par mètre.

L'extrémité inférieure est à 3 mètres de la surface de l'eau, l'extrémité supérieure à 14 mètres au-dessus de ce même niveau.

Les poutres sont en fer à treillis à larges mailles. Leur milieu repose sur un chariot roulant parallèlement à l'axe du canal sur la banquette élevée à 2 mètres au-dessus de l'eau.

La moitié des poutres dirigées vers l'eau s'appuie sur un chaland, dont l'axe est placé à environ 8 mètres de son extrémité.

L'autre moitié, dirigée vers la terre, est complétement en porte-à-faux.

Ces deux poutres sont réunies entre elles par des contrevents verticaux et par un contreventement placé dans les plans des tables inférieures des poutres.

Les consoles extérieures, placées au milieu des poutres, se réunissent en arcade au-dessus des rails, tandis qu'à leur partie inférieure elles s'élargissent et viennent reposer par leurs bords extérieurs sur le chariot.

Les deux poutres sont ainsi portées par deux points écartés de 4 mètres, ce qui leur donne une stabilité transversale suffisante, tout en leur permettant d'osciller dans le sens de leur longueur, et de prendre des inclinaisons variables avec la hauteur de l'eau.

L'attache sur le chaland a dû être combinée de façon à laisser toute facilité à ces oscillations, ainsi qu'aux petits mouvements de tangage et roulis imprimés au chaland par le clapotis.

Cette attache se fait au moyen d'une pièce de fonte à deux tourillons, dont les axes sont horizontaux et perpendiculaires l'un à l'autre.

De cette pièce, sur laquelle elles sont solidement fixées, partent les quatre jambes de force qui, formant comme les arêtes d'une pyramide renversée, vont deux à deux se river sous les poutres.

Sur la voie inclinée roule un chariot à roues extérieures au bâtis. Un des essieux est calé sur ses roues et tourne dans des boîtes à graisse, tandis que l'autre est mobile dans ses roues et aussi dans le bâtis du chariot.

Ce dernier essieu porte auprès et en dedans de chacun des bâtis, deux cylindres de diamètres différents, fondus d'une seule pièce. Sur le petit s'enroule une chaîne à laquelle doivent être accrochées les caisses; sur le grand s'enroule, en sens inverse, un câble en fer.

Ce câble passe sur une poulie de renvoi au haut du plan incliné, puis vient s'enrouler sur un tambour fixé aux pièces d'appui des poutres sur le chaland.

Une machine à deux cylindres donne le mouvement à ce tambour.

La chaudière est posée dans le chaland, qui contient en outre des soutes pour l'eau douce et le charbon.

Comme la machine est fixée aux poutres, tandis que la chaudière l'est au chaland et participe à ses mouvements d'oscillation par rapport aux poutres, on fait passer le tuyau de vapeur par l'intérieur du joint universel qui réunit les poutres au bateau.

Ces appareils, qui s'installent au besoin de chaque côté de la drague, sont desservis eux-mêmes par des caisses à déblai, de 3 mètres cubes, d'une forme analogue à celle des wagons de terrassement à bascule, et transportées par des *flotteurs spéciaux* de la drague à l'appareil élévateur, qui déverse les déblais sur les points convenables.

La manœuvre est facile à comprendre : le treuil roulant est, nous supposons, au bas du plan incliné, par conséquent en dehors du chaland. Au-dessous se trouve un bateau portant les caisses pleines de déblais. On accroche aux deux côtés d'une caisse les chaînes du treuil roulant. La machine est mise en marche, les câbles en fer se tendent, se déroulent en faisant tourner les cylindres du treuil, et enroulent les chaînes de suspension de la caisse. Cette dernière est soulevée jusqu'à ce que, venant toucher le treuil, elle arrête l'enroulement des chaînes qui la supportent, et par conséquent le déroulement des câbles. La machine à vapeur continuant à agir, les câbles entraînent le treuil et le font monter avec la caisse jusqu'au sommet du plan incliné, où le versement du déblai se fait automatiquement.

Pour cela, à l'arrière et au fond de la caisse sont adaptés deux galets qui, au moment de l'ascension, viennent s'engager entre deux paires de guides ou rails parallèles au plan incliné. Ces guides maintiennent, pendant la montée, la caisse horizontale. Quand la caisse est sur le point d'arriver au haut du plan incliné, les guides se relevant suivant une courbe assez rapide, soulèvent l'arrière de la caisse et l'amènent à être presque verticale.

La machine à vapeur est alors arrêtée pendant le temps nécessaire au vidage de la caisse; puis son mouvement étant renversé, le treuil et la caisse vide redescendent.

Les manœuvres dont nous venons de parler se font, comme nous l'avons dit, au moyen d'un *chaland flotteur*, qui transporte des dragues à l'appareil élévateur les caisses pleines des déblais provenant de la drague. Ces chalands suppléent, dans ce cas, les bateaux dont il va être question ci-après, et qu'il aurait fallu sans cesse, s'ils eussent été employés à l'usage que nous venons d'indiquer, débarrasser de l'eau que doivent amener les godets pour faciliter la descente des déblais sablonneux dans le déversoir.

Bateaux porteurs. — Ces bateaux, construits suivant différents systèmes, dont un des plus commodes, si ce n'était sa capacité relativement restreinte, serait le type anglais représenté à la planche XLI, sont spécialement employés à transporter en pleine mer ou au milieu des lacs de l'intérieur les déblais produits par les dragues dans les parties du canal à proximité des lacs ou de la mer.

Les bateaux anglais en usage aujourd'hui, et dont notre dessin qui représente le premier type nous paraît donner une idée suffisante, portent actuellement environ 166 mètres cubes.

Leur machine est d'environ 50 chevaux; elle marche à moyenne pression, avec condensateur à surface. Il n'y a qu'une seule hélice.

Les porteurs commandés en France sont à haute pression, sans condensation; les chaudières marchent à l'eau douce. Ces bateaux portent 200 mètres cubes de déblais.

La vitesse des uns et des autres est de 6 à 7 nœuds, c'est-à-dire de 12 à 13 kilomètres par heure.

Gabarres à clapets latéraux. — Ces gabarres, dont nous ne saurions donner la description sans allonger indéfiniment cet article, sont, comme on l'a dit plus haut, employées au même usage que les bateaux porteurs, avec cette différence que ces gabarres, spécialement destinées à porter les déblais dans les lagunes ou les bassins intérieurs de très-peu de profondeur, se déchargent par le côté.

Déblais à sec. — L'appareil excavateur représenté au Champ-de-Mars, et employé pour les grands terrassements à sec, remplace les dragues sur quelques points élevés. Cet appareil, qui n'est lui même qu'une espèce de drague, est adossé aux parois qu'il ronge, et il verse les déblais dans des wagons qu'une locomotive emporte sur des points déterminés. Son application a eu lieu principalement pour le creusement du seuil d'El-Guisr, qui paraît être l'un des sommets culminants du faîte séparatif des versants des deux mers.

Sur beaucoup d'autres points, l'exécution des terrassements à sec se fait à bras, et à la brouette dans la partie où le terrain est à peu près au niveau de la mer, au wagon partout où le terrain est plus haut. On emploie, pour remonter les wagons, des plans inclinés à deux voies, avec treuils à chaîne et machine à vapeur placée sur des cavaliers.

Dans le cas spécial représenté par les croquis n°s 4 et 5 de la planche XLI, on a figuré en A les voies ferrées emmenant les wagons chargés jusqu'au pied du plan incliné, et en A' les voies de décharge en cavalier.

B. Locomobile.

C. Double wagon chargé, cubant 2 mètres chacun.

D. Double wagon déchargé.

Chaque plan incliné fait, suivant la nature et la profondeur du terrain, de 200 à 250 mètres de déblais par jour.

La longueur de l'attaque pour chaque système de plans inclinés, placés alternativement sur l'une et l'autre rive perpendiculairement à l'axe du canal, varie de 200 à 300 mètres.

Les deux voies d'attaque sont d'abord prolongées en cunette sur la largeur de la tranchée, puis ouvertes en éventail par des ripements successifs à mesure que la cunette s'élargit. Nous passons sur beaucoup d'autres dispositions de détail.

Prix de revient des principaux appareils. — Les variations que l'exécution et l'avancement des travaux du canal de Suez apportent dans le nombre, toujours croissant d'ailleurs, des appareils des chantiers et dans le total de la force vapeur employée dans l'isthme, nous dispensent d'entrer dans des détails à ce sujet; mais nous croyons intéressant de relater quelques indications sur les prix portés dans les marchés d'entrepreneurs pour la fourniture des principaux appareils dont nous avons parlé plus haut :

	fr.
1° Dragues des Forges et Chantiers, de 8^{m},50 de hauteur entre le pont et l'axe du tourteau supérieur, 382,860 francs; long couloir de 60 mètres, 90,270 francs. Total du prix de revient.	473,130
Poids de l'appareil entier, 495 tonnes.	
2° Dragues des Forges et Chantiers, nouveau modèle de 13 mètres de hauteur entre le pont et l'axe du tourteau supérieur, 463,620 francs; long couloir de 70 mètres, 223,630 francs. Total.	687,250

Nota. — Les longs couloirs de 70 mètres pour les dragues (1°) ne reviennent qu'à 208,910 francs, à cause de la hauteur moindre de l'échafaudage.

3° Dragues Gouin sans long couloir 296,890

4° Prix divers : Appareils élévateurs (Forges et Chantiers) du poids de 111t.5, 157,760 francs. — Porteurs des Forges et Chantiers, 182,400 francs. — Porteurs Claparède, 168,000 francs. — Porteurs de Bordeaux, 168,000 francs. — Bateaux-citernes, 36,900 francs. — Bateaux à clapets de fonds, en moyenne 80,000 francs. — Bateaux à clapets latéraux, 53,000 francs.

Dans tous ces prix, qui ont dû naturellement être modifiés suivant les changements survenus, est compris le 20 pour 100 convenu pour études, essais, mise en activité, emmagasinage, etc.

Autres dragues remarquées a l'Exposition. — Parmi les appareils représentés dans les sections étrangères du Champ-de-Mars, en ce qui concerne les travaux de draguage ou autres opérations qui s'y rattachent, nous avons pu apprécier le mérite relatif d'une machine à draguer et à miner, exposée sous le n° 4 par J. Johnson, industriel de Saco-Minnesota (États-Unis d'Amérique), et surtout de la drague à vapeur de la puissance nominale de 40 chevaux, construite d'après le système « de M. le chevalier Mauser, ingénieur-inspecteur en chef au gouvernement central maritime à Trieste. »

Le navire en bois, de section parallélogrammatique, qui contient cette dernière machine, est de la longueur de 37m.50, de la largeur de 8m.10 et de la hauteur de 3m.40.

La particularité signalée comme constituant le perfectionnement principal du système est, si nous avons bien compris, que l'appareil à vapeur qui met en marche le tambour supérieur de l'élinde, également en bois, munie de trente godets tournant jusqu'à une profondeur qui peut atteindre 9 mètres, sur un tambour inférieur de forme hexagone, donne aussi le mouvement aux treuils de l'avant et de l'arrière, construits à double tambour crénelé, qui servent à la translation et aux évolutions du navire dans tous les sens.

La contenance de chaque godet est de 0,200 mètre cube, et l'on en déverse quinze à chaque minute.

L'effet utile en moyenne d'excavation est de 150 mètres cubes par heure.

La valeur d'une pareille drague, complétement fournie, est de 240,000 francs.

L'appareil de M. le chevalier Mauser, bien que ses dimensions permettent de l'employer à des excavations très-profondes qui s'obtiennent, il paraît, de la manière la plus régulière et la plus parfaite, nous a paru se rapprocher beaucoup des dragues du même genre que nous avons vues récemment fonctionner dans les travaux d'amélioration de la navigation de la Seine, et qu'il a été question d'appliquer à perfectionner les passes navigables, sinon à faire disparaître totalement les *maigres* de quelques-unes de nos grandes rivières de France. Mais quels que soient le soin et la disposition ingénieuse qui distinguent ce système de dragues, nous ne pouvons nous empêcher de revenir aux appareils de l'isthme de Suez, qui, par le succès de leur remarquable application aux grands travaux de l'ingénieur, nous paraissent appelés à résoudre complétement à l'avenir le problème du creusement des grands ports maritimes, militaires et de commerce, et qui, pour le moment, ont mérité et obtenu à juste titre l'une des récompenses les plus élevées du concours du Champ-de-Mars.

G. PALAA.

(La suite à un prochain fascicule.)

XXXVII

CONSTRUCTIONS MARITIMES

Par M. G. de BERTHIEU,
INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR.

I

PREMIERE PARTIE.

Historique et considérations générales.

§ 1.

La classe 66 embrasse tout le *matériel de la navigation et du sauvetage.* C'est là un champ des plus vastes. Jamais, à aucune époque, les constructions maritimes n'ont été l'objet d'une aussi grande somme d'idées que de nos jours. Bâtiments militaires, navires du commerce et même bateaux de plaisance, subissent à l'envi les fluctuations qui sont le propre des époques de transformations marquées.

Au milieu de toutes les innovations qui sont venues se concentrer au palais du Champ de Mars, l'esprit a peine à saisir des types arrêtés. Tout semble en travail en ce qui concerne l'architecture navale, travail progressif, d'une activité saisissante, mais encore incomplet ou inachevé.

Des types, disons-nous, mais c'est presque en vain qu'on chercherait à retrouver ceux que l'exposition de 1862 semblait signaler comme dignes d'une longue existence ; ils ne figurent plus, pour ainsi dire, que pour mémoire. Après une apparition brillante, ils en sont réduits, à quelques années de distance, à marquer un simple rang d'ordre historique. C'est qu'après les avoir admirés, on a dû se remettre à l'œuvre. Tantôt tel progrès en artillerie, en machinerie, tantôt telle condition de vitesse ou de capacité imposée par le développement incessant des relations commerciales, sont venus apporter des éléments inattendus auxquels les formes, les matériaux de construction et l'armement ont dû se soumettre.

De là ce vaste champ ouvert aux investigations et dont il serait difficile de prévoir le terme.

Un peu de confusion, du moins au premier abord, est l'impression inévitable que produit cette réunion d'œuvres ou de tentatives, d'idées et de valeurs très-diverses, qui vont faire l'objet de ces *études*. Aussi, pour les relier par une marche d'ensemble, autant que pour intéresser à la marine ceux de nos lecteurs qui lui sont le plus étrangers, croyons-nous utile de présenter d'abord quelques détails historiques et, en même temps, quelques principes techniques inséparables des progrès matériellement réalisés.

§ 2.

Le problème de l'architecture navale est des plus complexes parmi ceux qui peuvent s'offrir à l'art de l'ingénieur.

Le bâtiment de mer doit être solide : c'est-là une condition d'existence commune à toute construction fixe ou flottante. A l'égard du navire elle est à remplir de la façon la plus impérieuse, car il doit être le jouet des flots : quelle que soit leur furie il lui faut résister sans rompre. Mais, cette condition si capitale de solidité, et si l'on veut d'élégance dans les formes, n'est pas la seule dont l'ingénieur ait à se préoccuper lorsqu'il trace le plan d'un navire.

Il faut, en effet, que le navire, malgré le caprice de la tempête, soit apte à suivre une route déterminée, et qu'il possède tout un ensemble de qualités que les marins désignent sous le nom de *qualités nautiques*. Ici intervient, avec toute l'importance d'un rôle de premier ordre, une science qu'on peut appeler la *mécanique du navire*. La théorie s'y donne carrière. Les problèmes qu'elle traite sont tous d'un intérêt saisissant, même à un simple point de vue spéculatif; leur portée pratique les a rendus dignes de l'attention des plus grands esprits qui aient marqué leur place dans la culture des sciences appliquées. Malheureusement les solutions de ces problèmes demeurent souvent embarrassées de données insuffisantes ou susceptibles de subir dans le cours d'une même campagne les variations les plus inattendues, parfois les plus contradictoires. Tel navire, surchargé d'abord, devra plus tard faire route à un tirant d'eau réduit; appelé, dans l'Océan, à essuyer de grandes brises soutenues, il aura à subir, ailleurs, dans la Méditerranée, des rafales inégales et subitement changeantes; mille diversités s'offrent dans l'état de la lame, la durée de son oscillation, son inclinaison sur la route à suivre, etc.

On nous comprendra donc sans peine, si nous disons qu'un navire parfait pour une série déterminée de ces conditions multiples, serait défectueux pour une autre, tout aussi probable dans la suite d'une campagne ou, bien au moins, dans le cours de l'existence du navire. S'en tenir à un état de perfection moyen pour chacun des cas particuliers qui peuvent se présenter, telle est donc la loi qui semble faite au constructeur du bâtiment de mer, On conçoit alors quelle part immense est réservée au discernement, au tact, à ce sens spécial de l'ingénieur qui ne se définit pas, dans ce triage de qualités dont chacune doit être en partie exaltée, en partie sacrifiée.

Enfin, si nous nous plaçons au point de vue spécial de la marine militaire, nous ajouterons que le vaisseau, également propre à l'offensive et à la défensive, doit devenir citadelle flottante le jour où l'honneur du pavillon national est menacé.

Lutte contre la matière, lutte contre les éléments, lutte contre l'ennemi, telle est la destinée du vaisseau : il est robuste, il navigue, il combat. Triompher dans cette triple lutte, tel est le problème grandiose de l'architecture navale.

Ne soyons donc pas surpris si bien des siècles ont précédé les merveilles flottantes modernes. Pourtant on n'était pas resté dans l'inactivité et, hâtons-nous de le dire, avant notre époque bien des chefs-d'œuvre, relativement à leur temps, ont surgi. Mais c'est malheureusement le sort des constructions en bois d'être éphémères : leur renommée, les gens spéciaux mis à part, ne survit guère à la génération qui les a vus naître. Ces anciens chefs-d'œuvre, à quelque nation qu'ils appartiennent méritent un souvenir. D'ailleurs le rapide coup d'œil rétrospectif que nous leur devons ici apportera avec lui son enseignement : nous apprécierons d'autant plus sûrement les dernières constructions maritimes que nous nous serons mieux pénétré des difficultés du problème d'art naval qu'elles ambitionnent de résoudre en progrès sur leurs devancières.

§ 3.

Il serait intéressant de suivre pas à pas l'historique des phases diverses par lesquelles a passé l'art des contructions flottantes, à partir du jour où des troncs d'arbre abattus et tombés à l'eau ont dû révéler la propriété de *flotter* et offrir à l'homme les premiers indices des moyens de régner sur l'eau. Malheureusement, lorsqu'il s'agit de parler avec quelque peu de précision de la forme des navires, il n'est guère possible de remonter très-loin. Quelques récits épars, parfois certaines empreintes de médailles sont les seuls documents qui nous donnent une idée des constructions flottantes même aux premiers siècles de l'ère chrétienne.

De bonne heure pourtant, dès que les relations de peuple à peuple grandirent, on songea à quitter l'arbre creusé, pirogue primitive, pour le bâtiment fait de pièces assemblées. En cela, la disposition générique, adoptée sans doute dès l'origine à cause de son extrême simplicité, se retrouve dans nos constructions modernes.

Une longue pièce nommée *quille* règne sous toute la longueur du navire ; cette sorte d'arète se relève à l'avant en prenant le nom d'*étrave*, à l'arrière celui d'*étambot*. Elle reçoit des espèces de côtes transversales, véritables fermes de charpente, plus ou moins espacées, plus étroites aux extrémités du navire qu'au centre : on les nomme *couples*, et le plus large de ces couples s'appelle le *maître couple*. Tout ceci constitue une véritable carcasse ; elle est recouverte entièrement de madriers jointifs régnant de l'avant à l'arrière et du haut en bas, et reçus aux extrémités par l'étrave et l'étambot dans des feuillures qui, en charpenterie maritime, portent le nom de *rablures*. Lorsque les branches des couples sont suffisamment élevées, on dispose entre elles des pièces transversales nommées *baux*. On recouvre enfin ces baux de madriers qui, tout en établissant une grande solidarité entre les éléments de la construction, offrent, sous le nom de *pont*, un abri pour les marchandises et les provisions délicates du navire de commerce, une plate-forme pour les engins de guerre du bâtiment militaire.

Tel est le corps du flotteur. Pour lui imprimer le mouvement, on inventa de bonne heure l'aviron. Puis on songea à employer la force presque permanente qu'offre l'air en mouvement ; et l'on imagina la *voile* pour recevoir l'impulsion du vent, la *vergue* pour soutenir la voile, le *mât* pour supporter la vergue et transmettre au corps du navire l'impulsion recueillie par la voile.

La flotte que le roi saint Louis fit construire à Gênes, paraît avoir été l'occasion de perfectionnements notables dans la grandeur et la forme des bâtiments. On y voit figurer, d'après les contrats passés avec les constructeurs génois, des bâtiments à deux ponts, assez grands pour porter, les uns cent chevaux, d'autres huit cents passagers.

Toutefois, les progrès furent lents tant qu'on n'osa que timidement perdre les côtes de vue. Pour donner à la navigation tout son essor, il fallait l'heureuse application de la boussole qui ne se répandit guère en Europe avant le treizième siècle. C'est, muni de la boussole, et avec une flotille composée de *caravelles* « bien voilées et virant bien, dont la plus grande seule était pontée et pouvait « compter quatre-vingt-dix hommes d'équipage » que Christophe Colomb entreprit ses immortels voyages.

L'emploi des bouches à feu devait apporter des modifications très-profondes dans les constructions maritimes. Un constructeur français, nommé Descharges, imagina une disposition de charpente se prêtant à ce que, sans compromettre la solidité, des ouvertures nommées *sabords*, analogues aux embrasures des citadelles, fussent distribuées sur les flancs du navire. Les navires à sabords firent

leur apparition dans la flotte que Louis XII envoya au secours des Vénitiens attaqués par les Ottomans. Au nombre était *Marie la Cordelière*, célèbre par l'héroïque défense du passage de Saint-Mathieu (10 août 1512) qui coûta la vie à Primauguet.

Pourtant les *galères* eurent encore à vivre longtemps. Charles VIII avait créé la charge de général des galères. Charles IX prescrit, en 1564, aux parlements de ne pas prononcer la peine des galères pour un temps moindre de dix ans, par la raison, dit l'ordonnance, que « trois années étant nécessaires pour enseigner aux forçats le métier *de la vogue et de la mer*, il serait très-fâcheux de les renvoyer chez eux au moment où ils deviennent utiles à l'État. » Les mouillages peu profonds, les plages abritées convenaient à ces galères, bâtiments plats et étroits, marchant à l'aviron et à la voile, d'un faible tirant d'eau, et qu'il était aisé de haler à terre. Nos belles rades restaient ignorées.

C'est seulement à partir du moment où les bâtiments s'affranchirent des dimensions étroites où les avaient maintenus la rame et la voilure primitive, que nos beaux établissements maritimes se développèrent. François Ier fonde le Havre. Henri IV fait une place forte de Toulon qui, « tant pour la commodité du port, que comme l'une des clefs de la Provence, importait à la conservation du pays. » En même temps la mode des bâtiments gigantesques prit une grande extension. Les ponts s'étagèrent mais sans méthode ; il semble qu'on sacrifia surtout au désir de créer des masses imposantes : en cela François Ier et Henri VIII d'Angleterre ont rivalisé. La *Grand'-Nau-Française*, construite au Havre, ne put arriver qu'au milieu du port ; surprise par la marée descendante, elle se coucha sur le flanc, s'ouvrit et se remplit d'eau : on dut la démolir sur place. C'est à cette même période qu'appartient le navire le *Great-Harry*, construit en 1488, qui figure (nous l'avons vu à l'exposition de 1862), comme premier échelon, dans la série des modèles réunis par l'amirauté anglaise, pour reproduire l'histoire figurée des constructions maritimes en Angleterre. L'Espagne, cette patrie des grands explorateurs du Nouveau-Monde, les Fernand Cortez, les Pizarre, les Almagro et bien d'autres, l'Espagne nous donne, par le souvenir de la flotte armée par Philippe II contre l'Angleterre, l'*Invincible Armada*, l'état de l'architecture navale à la fin du seizième siècle. Les bâtiments de ligne avaient alors assez communément 45 mètres de longueur et 50 à 60 bouches à feu du temps.

La gloire de créer en France une marine militaire permanente et hiérarchiquement organisée était réservée à Richelieu. A l'avénement de Louis XIII, la Bretagne, la Guyenne et la Provence constituaient trois amirautés distinctes, rivales, insoumises vis-à-vis du pouvoir royal. Louis XIII acheta la démission des titulaires, abattit leurs charges et nomma Richelieu *grand maître et surintendant de la marine*. Le ministre se mit à l'œuvre dès que les affaires du pays le laissèrent sans entraves. Sous son impulsion puissante, Brest prend un développement considérable ; la marine s'organise à Brest, au Havre, au Brouage ; un personnel chargé de la construction des navires est choisi et constitué : on crée pour Laurent Hubac la charge de *maistre de la charpenterie du Roy*. En peu d'années l'effectif de la flotte s'élève à 56 bâtiments de combat.

Vers la même époque un éminent constructeur anglais, Phineass Pett, gradé de l'Université de Cambridge, faisait faire de grands progrès aux constructions maritimes de son pays. Il est l'auteur du fameux *Souverain des mers*.

Après Richelieu, les troubles de la Fronde suspendirent l'élan qu'il avait imprimé à la marine. Sous Mazarin, on construisit peu, et l'importance de la flotte dégénéra rapidement.

A l'avénement de Louis XIV, la marine française n'existait pas à proprement parler. Il fallut l'esprit d'ordre, la ferme volonté, le génie actif et organisateur

de Colbert pour donner à la France l'influence matérielle et morale d'une puissance de premier rang. La marine du commerce devint florissante; la marine militaire, sa protectrice, fut établie sur un pied formidable.

Brest et Toulon furent agrandis, Rochefort créé.

Des constructeurs habiles se révélèrent. Ce furent les Coulomb à Toulon; à Brest, Etienne Hubac et Blaise Pangolo, l'auteur du *Lys*, le vaisseau favori de Duguay-Trouin. A ces hommes éminents revient l'honneur d'avoir créé, avec une perfection de formes qui caractérise l'école française, tous les types de notre marine militaire naissante. L'illustre Puget enrichit leurs œuvres de toutes les merveilles de l'art décoratif : on peut en juger par le *Soleil Royal*, de 110 bouches à feu, type fidèle du temps, dont le modèle se voit au musée du Louvre. Aujourd'hui, l'on est bien revenu de cette ornementation recherchée : la forme rationnelle et la puissance formidable du navire moderne font sa beauté, ainsi qu'on peut en juger par les modèles exposés par les soins du ministère de la marine; mais n'anticipons pas.

Une vive controverse entamée par le chevalier Renau sur la forme des navires, au sein du conseil des constructions navales à Paris, puis sur la théorie de la manœuvre, avec Huyghens et Bernouilli, provoqua l'avénement de la science dans l'art des constructions navales. Les types des navires de diverses grandeurs devinrent mieux arrêtés; et, dès lors, une nomenclature simple suffit à les qualifier. Il est vrai que les innovations modernes, en rompant avec ces types reculés, se sont un peu brouillées avec cette nomenclature : nous n'en parlerons donc que dans ce qu'elle a de plus essentiel.

Deux éléments servent à caractériser la grandeur d'un bâtiment : le nombre des mâts, le nombre des étages de bouches à feu, si c'est un navire de guerre.

Les navires de haut bord demandent une grande surface de toiles; pour la rendre maniable, on la subdivise en plusieurs pièces indépendantes. Le navire aura par exemple trois mâts ; on les nomme : *misaine*, *grand-mât*, *artimon*, en allant de l'avant à l'arrière. Ces mâts, dans le sens de la hauteur, sont divisés en plusieurs parties superposées : ce sont d'abord les *bas-mâts* solidement maintenus, par les ponts, au corps même du navire; viennent ensuite les *mâts de hune*; quant aux parties supérieures, ce sont les mâts de *perroquet*, de *perruche* et de *flèche*. Tous ces tronçons de mâts portent des voiles distinctes auxquelles ils communiquent leurs noms. En outre, l'avant du navire est pourvu d'un mât solidement incliné, le mât de *beaupré*, auquel se rapporte toute une série de voiles de forme triangulaire nommées *focs*.

Pour maintenir ces mâts, pour manœuvrer, déployer, orienter, serrer les voiles, il faut tout un système de cordages et de poulies dont l'ensemble constitue le *gréement* du navire. Chaque pièce du gréement porte un nom propre qui qualifie sa fonction : les *haubans* maintiennent les mâts en place ; les *cargues* servent à replier les voiles sur elles-mêmes ; on les étend, dans la direction voulue, au moyen des *amures* et des *écoutes*.

Les *vaisseaux*, *frégates* et *corvettes* ont trois mâts : le *brick* n'en a que deux. Le vaisseau compte au moins deux rangées de bouches à feu ou deux batteries couvertes; la frégate n'en a qu'une; la corvette est une frégate réduite. Le pont supérieur qui est à ciel ouvert, le *gaillard*, porte aussi des pièces d'artillerie, mais n'est pas compté dans le nombre des ponts ou des batteries.

Ces dénominations ne sont applicables aux navires du commerce qu'en ce qui concerne le nombre des mâts. Pour eux, l'élément de capacité est exprimé au moyen d'une unité spéciale qui, nommée *tonneau de jauge*, doit être regardée comme complétement distincte du tonneau de poids lequel est de 1,000 kilogrammes. La jauge, en principe, se rapporte à la capacité disponible pour le

chargement. A l'origine le tonneau de jauge représentait un volume de 42 pieds cubes (celui de 4 barriques de Bordeaux), soit $1^{mc},44$. Quant à la manière de jauger, ce qui a paru le plus simple a été de faire le produit des trois dimensions principales, longueur, largeur, profondeur, mesurées intérieurement ou sous le pont, et d'adopter un coefficient de réduction qui, multipliant ce produit, pût donner le nombre de fois que la capacité libre du navire contient le volume unitaire dit tonneau de jauge. Mais on voit l'écueil. L'adoption d'un coefficient constant pour tous les navires cesse d'être judicieuse du moment qu'ils diffèrent comme degré de finesse. Dans de telles conditions, le tonnage, comme mesure de capacité, cesse d'avoir aucun sens défini ; ce n'est plus qu'un chiffre d'une vague relation avec la grandeur du bâtiment, et qu'on emploie à marquer la quotité des droits de port ou de pilotage à payer. L'administration française s'est émue à diverses reprises d'un tel état de choses, et il est à penser que, dans un avenir peu éloigné, l'ancienne règle légale de jaugeage sera remplacée par une méthode de mesure plus sensée telle que celle qui a cours en Angleterre depuis 1854. Nous reviendrons plus loin, à propos de l'exposition anglaise, sur cette question importante.

Mais reprenons notre historique. La marine française créée sous Louis XIV tomba ; obligée de faire face à l'Europe, la France dut reporter toutes ses ressources sur l'armée de terre. Du moins Brest, Toulon, Rochefort restaient largement pourvus pour la construction et l'armement des navires, et *Lorient* construit peu après pour la Compagnie des Indes devait revenir plus tard à la marine militaire.

Telle était la situation, lorsque, sous Louis XV, parut Ollivier (Blaise-Joseph), auquel une carrière éminente valut le surnom de *célèbre ingénieur*. A ses débuts, envoyé en Angleterre et en Hollande pour observer les procédés de ces pays maritimes au profit des nôtres, il nous apprend, par ses rapports, un fait assez frappant. C'est que nos voisins reconnaissent à nos navires des qualités supérieures. Deux vaisseaux construits quarante ans auparavant par François et Pierre Coulomb, et capturés par les Anglais, sont considérés par ceux-ci comme si bons voiliers, qu'ils les prennent pour modèles de leurs propres bâtiments.

Ollivier modifia la forme des avants, qui formaient une saillie exagérée. Il eut particulièrement le mérite de s'attacher à tous les détails de la construction et du gréement. Il traça des plans excellents et surtout complets. Une ère nouvelle s'ouvrit alors pour la marine à voiles, et le comte de Maurepas, ministre de la marine, prononça la suppression définitive des galères[1].

Si à cette époque les événements n'offrirent pas à notre marine la gloire des armes, elle progressa du moins dans une voie où elle demeura désormais sans rivale, dans celle de la science. La *stabilité* du flotteur était demeurée jusque-là sans principes positifs. On avait reconnu vaguement l'avantage de lester les navires ou d'arrimer dans les fonds les pièces pesantes du chargement ; on sentait combien l'influence de la largeur était excessive ; mais voilà tout. Si le navire, une fois construit, n'était pas jugé suffisamment stable, on y remédiait en rapportant, après coup, sur ses flancs, une ceinture en bois, un *soufflage*, de manière à lui donner une largeur plus favorable.

C'est Bouguer qui, le premier, sut énoncer sous une forme géométrique saisissable, la dépendance qui existe entre la stabilité et les contours d'une carène dont le volume est donné. Sa méthode a été perfectionnée par les travaux de

1. Colbert recommandait encore aux parlements de condamner aux galères le plus qu'ils pourraient, même pour les crimes qui méritaient la mort. (Louis Figuier, *Découvertes scientifiques modernes*.)

M. Charles Dupin, puis par ceux de M. Reech, l'éminent directeur de l'école d'application du génie maritime, auquel on doit un savant mémoire, récemment couronné par l'Institut. Elle sert de guide aux ingénieurs de toutes les nations ; nous nous y arrêterons donc un instant.

Considérons, au premier degré, un flotteur cylindrique qui s'incline, dans le plan d'une section droite, tout en conservant le même déplacement d'eau. La nouvelle résultante des pressions que le liquide exerce sur la carène rencontrera l'ancienne verticale du centre de gravité en un certain point, dépendant de l'angle dont le flotteur s'est incliné, et que l'on nomme, avec Bouguer, le *métacentre* relatif à cet angle. La condition absolue de stabilité est que le centre de gravité du flotteur, chargement compris bien entendu, soit au-dessous du métacentre qui répond à la moindre inclinaison que le flotteur est susceptible de prendre autour de sa position d'équilibre. De là un point au-dessus duquel le centre de gravité ne doit s'élever en aucun cas. Comptons, à partir du centre de carène, la distance r de ce point limite, et celle d du centre de gravité. La condition que nous venons d'énoncer se traduit par l'inégalité

$$d < r.$$

Or, ce résultat s'applique à un bâtiment quelconque, et, en désignant par V le volume de la carène exprimé en mètres cubes, l'on a, pour déterminer r, la formule pratique suivante :

$$\frac{3}{2}\,\mathrm{V} \times r = \frac{\mathrm{L}}{n}\left[\frac{1}{2}\left(y_0^3\right) + y_1^3 + y_2^3 + \cdots + y_{n-1}^3 + \frac{1}{2}\left(y_n^3\right)\right]$$

dont le second membre se calcule en partageant la longueur L de la flottaison en un certain nombre n de parties égales, 20 par exemple, et relevant les ordonnées $y_0, y_1, y_2 \ldots\ldots y_n$, menées par les points de division et comptées du contour de cette flottaison à son axe de symétrie.

Maintenant, de combien le centre de gravité doit-il demeurer en dessous du point assigné par ce calcul comme limite à son élévation ? Quelle doit être la valeur de la différence $r - d$?

La réponse à cette question est grosse de difficultés, car la stabilité s'y complique de la considération des roulis et tangages. Il serait dangereux, évidemment, qu'un navire ne fût pas assez stable ; mais il serait mauvais qu'il le fût trop : un grand malaise pour les passagers, des secousses pernicieuses pour la charpente et la mâture sont les conséquences inévitables de *mouvements de rappel* trop brusques. Il n'est donc pas aisé de donner, *a priori*, à un navire, le degré de stabilité voulue. Du moins, il sera généralement possible de procéder par comparaison avec d'autres bâtiments analogues. Appelons S la surface de voilure, h la hauteur du centre de voilure au-dessus du centre de gravité du bâtiment, P le poids du navire, I son moment d'inertie par rapport à un axe longitudinal passant par son centre de gravité. Trois rapports aident usuellement aux comparaisons dont nous parlons ; ce sont :

$$\frac{\mathrm{P}\,(r-d)}{\mathrm{S}h} \qquad \frac{r}{r-d} \qquad \frac{\mathrm{P}\,(r-d)}{\mathrm{I}}.$$

Le premier n'a de sens ou d'utilité que pour les bâtiments à voiles ou gréés comme tels. Le second se rapporte à l'inclinaison que le navire prendrait sur une lame inclinée d'une manière fixe sur l'horizon. Daniel Bernouilli, puis M. Dupuy de Lôme, ont signalé l'intérêt qui s'y attache ; et, d'après la discussion qu'en a fait ce dernier, il conviendrait que ce rapport demeurât voisin de l'unité. Le troisième fait entrer en ligne de compte un élément qui ne figure pas dans

les autres : r dépend de la forme du flotteur, d de la distribution des poids dans le sens de la hauteur, I de la distance des divers poids à leur centre de gravité. La grandeur de ce troisième et dernier rapport est proportionnelle à la durée de l'oscillation du navire en eau calme. Amplitude et vivacité des roulis seront donc réglés par les valeurs attribuées à ces divers éléments. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question, à propos de la célèbre campagne d'essai entreprise par l'escadre cuirassée française à la fin de 1862.

Après Ollivier parut Sané, le *Vauban de la marine*, qui devait porter la construction du navire à voiles à son dernier degré de perfection. Il dressa les plans types des navires qui devaient composer la flotte sous les noms de vaisseaux de 74, 82 et 118 canons.

On lui doit de magnifiques trois-ponts, évoluant comme des frégates, et admirés des étrangers, comme l'avaient été les œuvres de ses devanciers [1].

§ 4.

Au moment où Sané traçait ses admirables types, le marquis de Jouffroy produisait, en 1783, un pyroscaphe qui marcha même régulièrement, sur la Saône, pendant quelques mois.

La tentative du marquis de Jouffroy, malgré sa réussite relative, n'eut pas de suites immédiates. Les troubles de la Révolution l'obligèrent d'émigrer, et il dut attendre de longues années avant d'être à même de reprendre personnellement le cours de ses essais.

A l'imitation de Jouffroy, bien des expérimentateurs s'appliquèrent, en Amérique, en Angleterre, un peu partout, à résoudre le problème de la navigation à vapeur. Quelques-uns apportèrent à leurs essais une admirable persévérance qui les conduisit parfois près du succès. Mais ils avaient à lutter contre de nombreux obstacles. La machine à vapeur par elle-même était encore très-imparfaite [2]. En outre les difficultés d'exécution s'offraient toujours très-grandes, souvent insurmontables. L'art de faire, de forger, d'ajuster des pièces métalliques était encore dans l'enfance et, qui plus est, fort peu répandu. Enfin, quelques accidents, étrangers même quant au fond à l'emploi de la vapeur, ne furent pas sans se produire : cela suffit pour entretenir le nombre des incrédules et restreindre celui des capitalistes.

Il fallait que Watt eût créé sa machine à double effet et l'art de la construction des machines pour que l'application de la vapeur à la propulsion des bateaux pût enfin prendre place dans le monde.

En 1803, l'Américain Fulton fit, en pleine Seine, avec un bateau à aubes, une expérience dont la réussite fut complète. La perfection déjà atteinte par les engins rend même cette dernière tentative tout à fait mémorable. On pouvait améliorer encore : la période d'enfantement était achevée. Fulton renouvela son essai en 1807 sur l'*Hudson*; son steamer, *le Clermont* de 18 chevaux, ouvrit un service régulier entre New-York et Albany. La navigation à vapeur fut, dès ce moment, acquise aux rivières et se développa rapidement. Toutefois, son intro-

1. On lit, dit M. Levot, dans l'*European Magazine* (1789) : « Un constructeur sincère avouera qu'il n'y a pas dans la construction anglaise d'amélioration qui ne vienne de France, et, en se rappelant les dernières guerres, on verra que chaque vaisseau pris sur les Français était choisi par les officiers anglais, de préférence à ceux du pays. »

2. En 1753, l'Académie des sciences mit au concours la question des *moteurs capables de remplacer le vent*. Daniel Bernouilli, qui remporta le prix, démontra qu'il n'y aurait aucun avantage à appliquer la machine de Newcomen à la navigation.

duction fut tardive en France, où un service organisé en 1818, entre Bordeaux et Langon, paraît l'avoir inauguré; elle n'y devint générale que de 1825 à 1830. Vers cette époque (1826), le steamer anglais l'*Entreprise*, de 120 chevaux, avait déjà doublé le cap de Bonne-Espérance.

La marine militaire et la marine marchande de long cours, sans songer que la machine à feu des bateaux de rivières dut, chez elles, détrôner la voile se perfectionnèrent encore au début de ce siècle. Les câbles en chanvre firent place aux câbles en fer pour la tenue des ancres de mouillage. L'eau douce dont le navire fait provision fut conservée dans des caisses en tôle qui remplacèrent les anciennes futailles où elle acquérait rapidement une saveur et une odeur repoussantes. Puis, les formes des bâtiments subirent quelques modifications. Dans les anciens types, la largeur au pont supérieur était naturellement moindre qu'à la flottaison : les navires avaient une forte *rentrée*. Le désir d'avoir des ponts largement ouverts aux mouvements de l'équipage, pour la manœuvre des voiles, fit progressivement abandonner la rentrée. Aujourd'hui, elle est pour ainsi dire nulle. — Un autre point appela l'attention des constructeurs. C'est la hauteur que les sabords de la batterie inférieure présentent au-dessus de la flottaison. Trop faible, elle compromet l'usage des bouches à feu de l'étage le plus bas, pour peu que la mer soit houleuse et déferle sur les flancs du navire. — Enfin, l'arrière des bâtiments subit dans sa forme une révolution profonde. Autrefois, il rencontrait angulairement les flancs du navire à peu près comme, dans une toiture, la croupe coupe les longs pans. Cette forme était vicieuse. Au point de vue militaire, elle se prêtait mal à ce que des pièces d'artillerie défendissent ces parties angulaires. Au point de vue de la solidité, elle offrait un manque de liaison pour les hautes murailles du gaillard. On lui substitua une forme nouvelle qui, en raison de sa continuité, ne présenta plus les mêmes désavantages : les *poupes rondes* remplacèrent les *poupes carrées*.

Cependant on commença de bonne heure à soupçonner les services que la grande navigation pouvait attendre de la vapeur. Le gouvernement français envoya en Angleterre l'un de ses ingénieurs, Hubert, pour y faire l'acquisition d'une machine de 160 chevaux, destinée à un navire construit sur ses plans (1830); ce navire, *le Sphinx*, le premier que la vapeur compta en France dans la marine militaire, fut de la plus grande utilité dans la grande expédition dirigée contre Alger.

L'année 1840 signale une époque marquante, à plus d'un titre, dans l'histoire des constructions maritimes. — L'Océan venait d'être franchi par le *Great-Western*, qui fit régulièrement (dès 1838), le service entre Bristol et New-York. — L'Angleterre créait le régime des grandes compagnies postales. En 1840, la Compagnie Cunard, de Liverpool, commençait son service sur Halifax avec des navires filant en moyenne 8 nœuds[1]. Aujourd'hui, *la Scotia*, de la même compagnie, atteint normalement une vitesse qui dépasse 12 nœuds. Bientôt la Compagnie *péninsulaire et orientale* allait entreprendre les lignes de l'Océan Indien et des mers de Chine. Plus tard (1846), la Compagnie du *Royal-Mail* devait se charger des Antilles et de l'Amérique du Sud. — Dans la marine militaire, l'extension de la vapeur, bien que croissante, était encore contenue, et, en 1840, l'escadre d'évolution française, sous les ordres de l'amiral Lalande, atteignait, dans la Méditerranée, une perfection de manœuvres à la voile et de précision de tir qui n'avaient pas d'égales en Europe. Il semblait alors que la marine mi-

1. Dans la marine, la vitesse d'un bâtiment s'exprime communément en *nœuds*. Filer 1 nœud veut dire marcher à raison de 1 mille marin à l'heure. Quant au mille marin, c'est le tiers de la lieue marine ou environ 1825 mètres.

litaire eût dit son dernier mot; la vapeur allait pourtant y prendre une place toute nouvelle, grâce à l'adoption de l'*hélice*, propulseur totalement immergé, et, par là, moins exposé que les *roues à aubes* aux coups du boulet.

L'apparition de l'*hélice*, tel est donc encore un des faits capitaux de l'époque dont nous parlons. En 1838, le bateau anglais *l'Archimède* se livre, sur l'hélice, à une série d'essais intéressants qui fixèrent très-vivement l'attention. Puis, peu après (1842), on vit apparaître, aux États-Unis, *le Princeton*, mû par un propulseur du même genre. Le premier bâtiment à hélice de notre marine militaire, la frégate *la Pomone*, apparut en 1845 avec un plein succès.

On se représente familièrement l'hélice comme une sorte de fragment de vis à filets saillants. L'appareil à vapeur lui imprime un mouvement de rotation rapide, elle tourne ainsi dans l'eau mais sans entraîner, à beaucoup près, toute la masse de liquide qu'elle frappe; celle-ci remplit alors, par rapport à l'hélice, un rôle analogue à celui que joue l'écrou fixe relativement à la vis : dès que l'hélice tourne dans l'eau, elle acquiert un mouvement de progression qu'elle communique aussitôt au corps du bâtiment. L'invention de l'hélice n'est pas moderne. Depuis longtemps elle avait été proposée comme propulseur, indépendamment du moteur qu'on pourrait employer à lui donner la rotation nécessaire. Le moteur à vapeur devait faire songer à la mettre en essai. En 1803, un Français, Dallery, fils d'un facteur d'orgues d'Amiens, prit un brevet pour l'emploi de « l'hélice immergée comme engin de propulsion des bateaux à vapeur. » Après Dallery, divers inventeurs, le capitaine Delisle et Sauvage en France, l'Américain Éricson, Smith en Angleterre, imaginèrent diverses variétés d'hélice et s'appliquèrent à étudier les proportions à leur donner, — problème très-délicat, qui se complique de la question de la résistance des carènes, du frottement que l'hélice trouve dans l'eau, de l'évaluation des forces centrifuges qu'elle fait naître au sein de la masse liquide, etc. En raison de ces difficultés, il n'existe pas de théorie vraiment complète de l'hélice; mais, à défaut, nous ferons connaître les expériences propres à établir, à son égard, une doctrine empirique.

Il est enfin un fait important qui se rattache aussi à l'année 1840. Nous voulons parler de l'apparition déjà marquée en Angleterre, des navires en fer. Les avantages du bâtiment en fer sur le navire en bois sont multiples. Pour les apprécier, il convient de se représenter la coque d'un navire comme une somme de matériaux qu'il s'agit de façonner, de manière à en faire une capacité d'une forme extérieure donnée, capable d'offrir toutes les garanties voulues de solidité, avec la plus grande légèreté possible.

Le fer se prête infiniment mieux que le bois à la solution du problème.

Dans une construction en fer, en effet, toutes les parties sont rendues solidaires : les diverses virures du bordé, rivetées entre elles, résistent à la flexion comme une surface unique. Au contraire, les éléments de la construction en bois n'ont de dépendance que celle qu'établit entre eux le chevillage et, si l'on veut, le calfatage très-serré au départ; rien qui ne s'accorde, à vrai dire, d'un peu de jeu entre les parties ainsi réunies, surtout à partir du moment où un peu de déliaison a commencé à se produire. Les *échantillons* adoptés pour la flotte en bois sont le fruit d'une expérience de plusieurs siècles; leur détermination *a priori* échappe entièrement au calcul; mais on peut prévoir, en ce qui les concerne, combien, avec l'emploi exclusif du bois, la grandeur des bâtiments est forcément limitée. Le fer recule singulièrement la limite que les dimensions des navires peuvent prendre, et le *Great-Eastern*, avec ses 210 mètres de longueur, en est un témoignage connu de tout le monde. Il se prête, par sa façon d'être travaillé et assemblé, à la construction de ces avants aigus adoptés par les navires de vitesse, et dont nous avons vu en France, dès 1847, un élé-

gant spécimen dans *le Faon*, paquebot de l'administration des postes, dû à Moissard.

Le navire en fer, comparé au navire en bois de même forme extérieure, est donc plus léger; il laisse à l'intérieur un plus grand volume pour le chargement; sa plus longue durée, son entretien facile et peu coûteux, compensent largement ce qu'il offre de plus élevé comme frais de première construction.

Les longs navires en bois ont, au moins, demandé au fer de grandes pièces de liaison. Ce furent principalement des *lattes*, chevillées avec les pièces de la muraille en bois, et dirigées obliquement de manière à travailler par extension dans le cas où les extrémités du navire tendraient à s'affaisser par rapport au milieu. Enfin, le fer s'introduisant de plus en plus dans les constructions en bois, on vit apparaître, dans ces dernières années, des navires dits de construction mixte, bois et fer. Ils figuraient à l'Exposition de 1855; nous les retrouvons à celle de 1867.

L'un des avantages des constructions faites exclusivement en fer est, en raison de la solidarité de toutes leurs parties, de permettre à la science de la résistance des matériaux de s'essayer à proportionner, de la façon la plus rationnelle, le poids de coque au déplacement. La méthode ordinairement suivie consiste à assimiler le navire à une poutre creuse qui, posée sur ses deux extrémités, doit résister, par flexion, aux efforts transversaux distribués sur toute sa longueur. La loi de cette dernière distribution laisse une grande latitude à l'appréciation; mais en faisant pour une série de navires des suppositions analogues, on peut établir entre eux des comparaisons et leur donner, comme solidité, des valeurs de même ordre. Par exemple, la section transversale de matières qu'offrent, au maître couple, le barreau du pont supérieur, tout le bordé, les ceintures longitudinales, la quille et les carlingues, peut être regardée comme celle d'une poutre cylindrique encastrée qui aurait à supporter, à 1 mètre de portée, un poids proportionnel à la longeur et au déplacement du navire. Dans l'esprit de cette méthode de comparaison, le rôle des membrures, des épontilles, des ponts intermédiaires, serait d'assurer essentiellement l'invariabilité de forme des sections transversales, lesquelles assureraient alors la résistance à la flexion. Les règles exposées par le *Lloyd* offrent, sous la consécration de l'expérience, des échantillons qu'il serait intéressant de soumettre à une méthode rationnelle de comparaison. Les constructeurs, nous n'en saurions douter, ne tarderont pas à se livrer à des calculs de cette nature, qui leur apporteront une lumière d'autant plus vive qu'ils les étendront à un plus grand nombre de bâtiments existants.

§ 5.

Malgré les avantages dont la vapeur dota la marine militaire, on n'en vit pas de suite toute la portée. On s'accorda longtemps encore à ne regarder la vapeur que comme bonne à douer le navire d'un auxiliaire commode, particulièrement utile dans les calmes, et la voile comme l'engin proprement assorti à la flotte de combat. C'est à cet ordre d'idées que répondit le *navire mixte*, bâtiment à voiles dans la force du terme, pourvu d'une machine de puissance médiocre, laquelle n'était pour lui, à vrai dire, qu'un moteur accessoire.

Du moins, dans la marine marchande, le *navire mixte* répond à un genre spécial de service : il a sa raison d'être. Il convient toutes les fois que les vitesses et la précision dans la durée du trajet n'ont pas besoin d'être excessives comme sur les lignes postales, et qu'il est intéressant d'être à l'abri des calmes et des brises contraires modérées. Pourvu d'une machine trop faible pour que la navigation à la vapeur soit assurée par tous les temps, le bâtiment mixte, du

moins, doit être apte à évoluer à la voile dans toutes les circonstaces. Les navires chargés de marchandises qui transportent au Nouveau-Monde des émigrants d'Europe, sont généralement conçus dans le système mixte. Un tel service est loin de manquer d'activité, car dans les cinquante dernières années, près de six millions d'émigrants se sont répandus aux États-Unis, en Australie, au Canada, etc.

Dans la marine militaire, le vaisseau mixte fut le produit très-éphémère de l'ancien vaisseau à voiles, gardant ses formes, mais qu'on enrichit d'une machine, tantôt en l'allongeant (*Eylau*, *Alexandre*) afin d'augmenter son déplacement d'eau, tantôt sans modifier sa longueur (*Tourville*).

Un grand pas restait donc à faire. Il restait à savoir associer la rapidité d'évolution qu'on pouvait atteindre de la vapeur avec la puissance militaire de l'ancien vaisseau de ligne. L'honneur d'avoir produit dans le monde le premier bâtiment de combat à grande vitesse, ayant la vapeur comme moteur principal, revient à un ingénieur français, M. Dupuy de Lôme, qui depuis conduisit l'art des constructions maritimes dans des voies nouvelles éveillant l'attention du monde entier.

En 1850, M. Dupuy de Lôme mit à l'eau le vaisseau à deux ponts, de 90 bouches à feu, *le Napoléon*, construit sur ses plans. Ce fut toute une révolution dans l'architecture navale. Pour utiliser le mieux possible la machine motrice, cet éminent ingénieur modifia profondément les formes des anciennes carènes. Auparavant les avants des vaisseaux et frégates étaient très-arrondis : le navire, disaient les partisans de ces façons proéminentes, doit avoir de l'épaule pour s'élever sur la lame. L'avant du *Napoléon* est, tout à l'opposé, très-fin : c'est un coin qui divise au lieu d'un poitrail massif qui résiste. Et pourtant le *Napoléon* est chargé d'une artillerie aussi puissante que l'ancien vaisseau à deux ponts; et pourtant, à la voile seule, le *Napoléon* ne le cède en rien aux meilleurs modèles déjà produits. Grâce à ses formes savamment étudiées, le *Napoléon* atteint, par temps calme, sous vapeur, la vitesse tout à fait inconnue jusque-là aux pesants vaisseaux de guerre, la vitesse de 13 nœuds.

Mais c'est surtout par les gros temps que les formes du nouveau vaisseau révélèrent leurs qualités. Il en est une preuve historique qui a marqué. Le 22 octobre 1853, les escadres française et anglaise, en croisière dans la Méditerranée, reçurent l'ordre de franchir le passage des Dardanelles pour investir Sébastopol. Une avant-garde de bâtiments légers et rapides ouvrit la marche; les escadres appareillèrent ensuite; le *Napoléon*, sous vapeur, remorquait le vaisseau à trois ponts *la Ville-de-Paris*, sur lequel l'amiral Hamelin avait mis son pavillon. Mais bientôt le vent s'éleva; la mer devint furieuse. Arrivées au passage, les escadres trouvèrent le vent et le courant tellement contraires qu'elles ne purent avancer; seul, le *Napoléon*, entraînant la *Ville-de-Paris*, put regagner l'avant-garde, la dépasser et franchir le détroit des Dardanelles, tandis que l'escadre anglaise fut contrainte d'attendre près d'une semaine des temps plus favorables pour franchir à son tour le passage. Cet incident ne manqua pas de produire une vive impression. Il fallait se rendre à l'évidence, et reconnaître combien était heureuse et complète la création de ce vaisseau de combat à vapeur et rapide que la France venait de produire, et qui non-seulement allait au combat lui-même, mais y amenait encore un autre vaisseau. On imita le *Napoléon;* mais l'*Agamemnon*, construit par l'Angleterre, n'atteignit qu'une vitesse de 10ⁿ.7[1].

Dans ces résultats, le rôle des formes dans la résistance du navire apparaît avec toute son importance. L'auteur du *Napoléon* s'est livré, à cet égard, à une

1. *Mechanic's Magazine*, mai 1866.

série nombreuse d'expériences. La résistance que l'eau offre aux corps flottants suit assurément une loi très-complexe. Longtemps, au moins dans une première approximation, on l'a regardée comme proportionnelle à la surface plongée du maître-couple et au carré de la vitesse relative du navire et du liquide. S'il en était ainsi, en doublant les dimensions linéaires d'un navire, ce qui rendrait quadruple la surface plongée du maître-couple, la résistance, à vitesse égale, deviendrait quatre fois plus grande. Or, la résistance par mètre carré, au lieu de demeurer constante, diminue quand le navire grandit; elle paraît varier en raison inverse de la racine carrée des dimensions linéaires. D'après cela, la résistance totale dans les conditions supposées tout à l'heure, au lieu de croître dans le rapport de 1 à 4, ne croîtrait que dans le rapport de

$$1 \text{ à } \frac{4}{\sqrt{2}} = 2,83.$$

La similitude n'étant jamais complète, le résultat que nous venons d'indiquer ne devra jamais être appliqué qu'avec réserve, surtout si le rapport de la surface de la carène à celle du maître-couple plongé est très-différent pour les bâtiments comparés. D'ailleurs, il est fort possible que l'avantage présenté par les grands navires, comme utilisation de la dépense motrice, tienne en partie à ce que leurs propulseurs, vu leur taille, se trouvent attaquer des eaux plus profondes. Ces remarques peuvent expliquer, par exemple, pourquoi le *Great-Eastern*, qui ne dépasse guère, comme nos grands vaisseaux, le tirant d'eau de 8 mètres que tolèrent les rades commerciales, a présenté un effet utile bien inférieur à celui qu'on avait espéré.

La proportionnalité de la résistance au carré de la vitesse est loin d'être en harmonie avec tous les faits. Cette loi approchée suffit pour les vitesses modérées de 3 à 5 ou 6 nœuds : au-dessous elle donne un résultat trop fort, au-dessus elle donne un résultat trop faible. Ainsi, pour l'ensemble des vitesses usuelles qui oscillent autour de 10 à 12 nœuds, la résistance croîtrait plus rapidement que le carré de la vitesse. Sans doute, dans cette résistance totale, une part est à faire au frottement de la carène, à la hauteur de l'onde soulevée par l'avant, au mode de propagation de celle-ci, etc. En attendant que ces diverses influences soient dégagées, divers expérimentateurs, M. Bourgois, M. Taurines, etc., ont cherché à représenter la loi des résistances spéciales des bâtiments, qu'ils éprouvaient en affectant la vitesse d'un exposant supérieur à 2, et qui a varié de 2,1 à 2,8.

A défaut de loi générale, la connaissance de formules convenant à des bâtiments déterminés sera toujours d'un utile secours. Admettons que, pour tel bâtiment, la résistance effective soit proportionnelle à l'expression

$$SV^x$$

S désignant la surface plongée du maître-couple, V la vitesse, x un certain exposant, on pourra pratiquement déduire x des quantités de charbon consommées dans l'accomplissement d'un même parcours à diverses vitesses, en considérant, d'une part, ces consommations par heure de marche comme proportionnelles au produit

$$SV^x \times V$$

et, d'autre part, la durée du trajet comme inversément proportionnelle à V.

Si imparfaitement connue que soit la loi de la résistance d'un navire, il est un fait bien certain, c'est que la vitesse coûte cher en mer. Pourtant on a marché résolument dans la voie de l'accroissement des vitesses, comme pour obéir à une nécessité de notre organisation sociale. La France, à l'imitation de l'Angleterre,

a favorisé l'institution de grandes compagnies postales : ce furent, en 1852, la Compagnie des messageries impériales, qui rayonne aujourd'hui dans la Méditerranée, l'océan Indien et les mers de Chine; dix ans après, en 1861, la Compagnie transatlantique, qui dessert l'Amérique du Nord, les Antilles et le Mexique. Les États-Unis ont aussi des compagnies analogues. Le tableau suivant, emprunté à une statistique récente[1], fait ressortir l'importance des compagnies postales pour les trois grandes puissances maritimes, et celles de la France en particulier :

	TOTAL pour les 3 puissances.	TOTAL pour la France seule.
Nombre de bateaux.......	190	84
Jauge.........	300 mille tonneaux.	100 mille tonneaux.
Valeur du matériel.......	416 millions.	190 millions.
Subventions accordées.....	46 —	24 —

Parmi les résultats atteints, il en est qui eussent paru inespérés il y a même peu d'années. Le *Connaught*, paquebot-poste construit par M. Laird (de Birkenhead), et le *Leinster*, sorti des chantiers de M. Samuda (de Londres), ont réalisé, dit-on, des vitesses de 18 nœuds, soit plus de 33 kilomètres à l'heure, vitesse tout à fait comparable à celle des chemins de fer.

Le rapport de la longueur à la largeur, qui a été croissant à mesure que les avants se sont affinés, qui était égal à quatre dans l'ancienne flotte à voiles, arrive sur ces grands marcheurs à huit largeurs pour une longueur. Le fer est exclusivement employé à leur construction.

A peine deux ans après l'immense succès du *Napoléon* en Crimée, un autre fait de guerre vint donner le signal d'une nouvelle révolution dans la marine militaire. Le 18 octobre 1855, nos batteries flottantes *la Dévastation, la Lave, la Tonnante*, réussirent à démanteler en quelques heures le fort de Kinburn. Avec leurs murailles en bois protégées par d'épaisses plaques de fer, ces bâtiments étaient donc aptes à prendre l'offensive contre les places fortes, dont l'artillerie était jadis si funeste aux constructions maritimes. Il est vrai que les batteries dont nous venons de rappeler la glorieuse apparition n'étaient pas faites pour naviguer. Dépourvues de ces qualités de formes qui permettent à une construction flottante de tenir la mer et d'avoir de la vitesse, elles avaient dû être remorquées sur le lieu du combat.

Ainsi, d'une part, la supériorité du vaisseau à vapeur rapide *le Napoléon;* d'autre part, le succès du blindage en fer des batteries, indiquaient, avec la sanction de l'expérience, des résultats de nature à fixer désormais l'attention. En France, une commission fut chargée (1857) d'élaborer le programme qui devait dès lors présider à l'édification de notre marine militaire. Il fut arrêté, avec les proportions convenables, que notre matériel maritime devait comprendre : 1° une flotte de combat rapide composée de bâtiments de la plus grande puissance que l'art puisse produire, de frégates ou corvettes pour les campagnes lointaines, de bâtiments de rangs inférieurs; 2° une flotte de transport, comprenant en particulier toute la flotte de transition, et qui compte les vaisseaux mixtes; 3° des bâtiments spéciaux pour la défense des ports; 4° en outre, pour transports économiques en temps de paix, des bâtiments à voiles et de flottille.

1. F. Rancès : *De la navigation à vapeur.*

Mais quel allait être « ce bâtiment de la plus grande puissance que l'art puisse produire? » Ne serait-ce pas trop présumer que de vouloir ajouter encore à toutes les qualités du *Napoléon* l'invulnérabilité des batteries flottantes?

L'auteur du *Napoléon* répondit à cette question en produisant la frégate cuirassée *la Gloire*, qui fut mise à l'eau en 1859, avant que l'Angleterre et l'Amérique eussent rien tenté dans le même ordre d'idées. Ce fut un sujet d'étonnement pour beaucoup d'esprits; on n'osait croire au succès, et bien des critiques s'élevèrent dans les feuilles anglaises et jusque dans le sein du Parlement. La réussite complète de la *Gloire* fit bientôt taire ces doutes. Une circonstance heureuse lui permit de se révéler avec éclat. Lorsqu'en 1860 l'empereur et l'impératrice entreprirent, sur le yacht *l'Aigle*, le voyage d'Algérie, la *Gloire* figura dans son escorte; mais un affreux coup de vent ayant dispersé celle-ci, la *Gloire* put seule naviguer de conserve avec le yacht impérial. Moins de deux ans après, en 1862, une autre frégate cuirassée, *la Normandie*, traversait l'Atlantique et, la première dans son espèce, célébrait la fête traditionnelle du tropique.

Un type autre que le type *Gloire*, dû également à M. Dupuy de Lôme, fut mis en chantier presqu'à la même époque : c'est le type *Solférino*. Le *Solférino* a deux batteries couvertes comme les anciens vaisseaux dits à deux ponts. A la hauteur de la flottaison et jusqu'à 2 mètres sous l'eau, il est cuirassé sur toute sa longueur. Dans les hauts, les parties extrêmes, destinées à être évacuées en cas de combat, sont, comme dans un bâtiment ordinaire, non blindées; mais toute la partie centrale, tant sur les flancs que transversalement, est entièrement cuirassée. En outre, le *Solférino* est muni à l'avant d'une armature en acier formant une saillie très-prononcée : c'est l'*éperon* des anciennes galères, préconisé hautement dès 1840 par l'amiral Labrousse, et réalisé pour la première fois sur les navires modernes. Grâce à l'éperon, le navire devient apte à combattre par le choc : il devient son propre projectile.

Les modèles de la *Gloire* et du *Solférino* figurent à l'exposition du ministère de la marine; mais les modèles qui les entourent et ceux qui sont répandus dans l'exposition anglaise présentent avec eux des différences qui n'échappent à personne, et l'on est tenté de se demander si, à notre époque de progrès rapides, une nouvelle transformation ne vient pas ou n'est pas appelée à se produire.

L'examen de ces derniers types et des derniers faits qui concernent le matériel naval feront l'objet de la seconde partie de ces études.

G. DE BERTHIEU.

XIV

LES ANIMAUX DOMESTIQUES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

PAR M. **EUG. GAYOT**,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

V

VI. — Les reproducteurs de l'espèce porcine.

L'Exposition générale des porcs, à Billancourt, a laissé en l'état les diverses questions que la pratique a soulevées autour de la reproduction de l'espèce. Ceci aura été l'étrange fortune de cette partie si mal partagée, si mal entendue et si pauvrement menée de l'Exposition universelle de 1867, laquelle aura laissé toutes les choses de l'agriculture dans le *statu quo;* elle n'aura pas fait avancer d'un pas vers les solutions pendantes; elle aura mécontenté au même degré les exposants et les visiteurs; elle n'aura rien fait de bien, rien produit de bon ni d'utile, mais elle aura fort discrédité les concours agricoles dont il y a beaucoup à attendre néanmoins.

Ce qui divise les esprits relativement à la reproduction de l'espèce porcine, c'est la question de savoir si les races exagérément adipeuses de l'Angleterre sont la perfection même et doivent être universellement adoptées comme types de reproduction en France, où les races indigènes sont encore pour la plupart au pôle opposé, c'est-à-dire exagérément ossues. Les anglomanes et, à leur suite, ceux qui se disent les représentants avancés du progrès, tiennent obstinément pour les races anglaises, dont ils ont conseillé l'emploi exclusif. Les importations de ces races ont donc été nombreuses. On en a formé des pépinières dont les produits, rapidement propagés, ont servi à des croisements répétés sans que leurs résultats aient donné partout satisfaction, loin s'en faut.

Voilà la question posée dans toute sa simplicité; mais autour d'elle surgissent tout aussitôt des points subsidiaires d'un très-grand intérêt tout à la fois pour la science et pour la pratique.

Et d'abord, que sont, zoologiquement parlant, ces fameuses races porcines de l'Angleterre? des créations modernes, des produits nés du croisement, mode de reproduction auquel certains zootechnistes refusent la fixité, c'est-à-dire l'hérédité stable, le pouvoir de se répéter eux-mêmes, *a fortiori*, la faculté de transmettre à leurs descendants, issus d'un second croisement, les qualités qui les recommandent comme individus.

Voilà déjà qui est gros, gros en théorie seulement dans le sens des idées de quelques-uns à qui la manière de faire de ces races donne précisément un éclatant et très-formel démenti. En effet, les diverses variétés porcines, toutes indistinctement qualifiées races, non seulement se répètent invariablement entre elles, mais exercent dans tout croisement quelconque une influence considérable, toujours la même, et notoirement active. Ceci ajoute une nouvelle force aux preuves déjà acquises à ces assertions de l'expérience : le croisement crée

des races; — métisation par métis a sa raison d'être et se montre parfois puissante à former des variétés stables.

Tout est dans la loi d'hérédité. Or, lorsque celle-ci s'exerce invariablement suivant une direction unique, elle ne saurait produire qu'un seul et même résultat. Voilà tout le secret de la chose. La question de race proprement dite, prise et entendue à la façon des puristes, se trouve ici singulièrement amoindrie ou diminuée. Quel autre résultat pourrait donc sortir d'alliances ayant pour objectif exclusif, incessamment cherché, — la prédominance de plus en plus marquée à chaque génération nouvelle du système lymphatique, le développement hâtif et tout à la fois excessif du tissu adipeux? quels que soient les animaux d'espèce porcine qu'on rapproche ou que l'on marie, leur union n'a qu'une visée : — produire des individus à la croissance rapide, à l'engraissement le plus complet. Dans ces conditions, réussir à former économiquement des boules de graisse n'a rien qui puisse surprendre. Ce qui pourrait à bon droit étonner, au contraire, c'est qu'on arrivât à tout autre chose.

Étant donné, en effet, un groupe de porcs quelconque, venant de différents points et de conformations plus ou moins différentes, il est certain qu'en les accouplant très-jeunes, qu'en nourrissant abondamment leurs petits, et continuant ainsi pendant une série plus ou moins longue de générations, on obtiendra forcément une famille d'animaux précoces, plus adipeux que charnus ou osseux. Or, ceci devra être considéré comme la perfection même si le point cherché a été la boule de graisse.

C'est ainsi qu'ont procédé les Anglais, mais en y mettant les deux mains. J'entends par là que, pour arriver plus rapidement au but proposé, ils se sont judicieusement aidés de la sélection, qu'au lieu d'abandonner au hasard de la promiscuité le mariage des sexes ils ont intentionnellement choisi les reproducteurs et n'ont gardé pour la continuation et l'achèvement de l'œuvre que les plus précoces, que les moins ossus, c'est-à-dire encore les plus aptes à l'engraissement ou les plus adipeux. Dans ces conditions, il n'y a pas de retour possible en arrière, l'hérédité est forcément stable, la constitution reste sans effort ce que les circonstances l'ont faite, ce que les circonstances veulent encore qu'elle soit puisque rien n'en trouble ou n'en détourne les effets, puisque tout, au contraire, concourt à assurer la continuité de ceux-ci. Le traitement infligé aux races porcines anglaises les a donc conduites sûrement et plus ou moins rapidement au terme voulu, à la précocité inséparable ici de l'aptitude très-haute à prendre la graisse, à devenir très-gras à un âge peu avancé, et, ce résultat obtenu, à l'exagération même de la situation, laquelle se caractérise par la réduction aux plus petites proportions possibles et du squelette et des chairs au profit de la prédominance du tissu adipeux. Or, le propre de l'exagération est de s'imposer à l'action héréditaire. Les reproducteurs, quels qu'ils soient, transmettent d'abord tout ce qu'ils présentent de saillant ou de prédominant.

Telles nous sont venues les races porcines de l'Angleterre. Leur conformation ronde et pleine, leur rapide croissance, leur état de graisse constant, leur sobriété relative ont séduit l'immense majorité des éleveurs. Quelques-uns ont immédiatement renoncé aux races indigènes; le grand nombre s'est empressé d'accepter les étrangères comme bêtes de croisement.

Conformément aux idées de quelques zootechnistes, le croisement n'aurait dû avoir ici que des résultats très-incertains, très-lents, très-variables, s'exerçant par des mâles issus eux-mêmes du croisement ou du métissage, appartenant à des races bien moins anciennes que nos races indigènes, si accentuées dans leur conformation anguleuse et plate, dans leur structure étroite et serrée, dans leur nature rude, osseuse, réfractaire à l'engraissement précoce et à l'engraissement

complet : sous le rapport économique, principalement, l'opération ne devait avoir qu'une mince influence sur les produits, la somme de force héréditaire étant bien moindre dans les familles de récente formation que dans les vieilles souches stabilisées par l'indigénat, c'est-à-dire par des facteurs puissants, non contrariés jusque-là dans leurs effets.

Eh bien, c'est justement l'opposé qui a été partout observé, partout constaté; des deux forces en présence, c'est la plus faible, — suivant la théorie des modernes — qui l'a emporté. Les vieilles races françaises, atteintes par le croisement, ont cédé sans effort, sans résistance. Les premiers métis, les premiers-nés du croisement sont restés bien plus près du père que de la mère, et au second sang l'influence paternelle est si considérable que l'absorption de la race indigène par la race croisante est imminente et presque assurée. C'est l'œuvre de la troisième et de la quatrième génération. Alors, en effet, la constitution du métis est celle du père : les os et les chairs ont été fortement réduits; et le système lymphatique, le tissu adipeux prédominent au point que le consommateur se plaint de cet excès en plus ou en trop, qui lui répugne en notre pays.

Les premières plaintes ont été violemment combattues. Les anglomanes ont fort malmené « les retardataires, les routiniers, » qui ne savaient point apprécier à leur valeur les avantages des races « perfectionnées; » ils ont chargé à outrance l'élevage français, encroûté et opiniâtre dans son ignorance, absurde dans sa volonté de revenir aux races vieillies et faméliques du passé, au détriment des races jeunes et savamment menées jusqu'à la perfection.

La question serait de savoir au juste en quoi consiste la perfection. En France, le consommateur de porc veut tout à la fois de la viande et du lard, du gras et du maigre, de bonne qualité l'un et l'autre, dussent-ils être produits un peu plus lentement et plus chèrement. En Angleterre, l'élevage n'a point eu à se préoccuper de la viande, il a fait de la graisse abondamment, très-vite, très-économiquement. Il en résulte que ce qui est la perfection chez nos voisins n'est plus chez nous qu'une exagération, qu'un excès. Nous aimons le lard ferme et savoureux de nos races, nous n'avons aucun goût pour le lard huileux, mou et fondant à la cuisson des races anglaises. Ce dernier caractère, très-apprécié quand on demande au porc de fabriquer surtout de la graisse, est moins recherché des populations qui lui demandent tout à la fois de la graisse et de la chair, un aliment usuel qui remplace à l'ordinaire et la viande de bœuf et la viande de mouton pour l'immense majorité des habitants des campagnes.

Les races françaises constituent en général, c'est vrai, des animaux de boucherie imparfaits; mais les variétés anglaises n'ont pour ainsi dire plus de viande; elles sont tout graisse, et je n'écris pas ici le mot comme synonyme de lard. Elles ont leur raison d'être et leur utilité incontestable, je ne le nie pas, quand on ne veut que de la graisse. Là est leur spécialité; mais la graisse et la viande sont des produits différents, et l'une ne saurait tenir lieu de l'autre en aucun cas. Or, chez nous, je le répète, en élevant le porc, on entend surtout produire un aliment, c'est-à-dire de la viande et du lard, ensemble le gras et le maigre, ce que ne donnent ni en qualité ni en quantité suffisantes les races si vantées de l'Angleterre. Là donc est, pour nous, l'inconvénient de ces dernières, là est le reproche très-sérieux et très-fondé qu'on leur adresse, là est l'écueil de leur adoption trop généralisée, de leur intervention par trop répétée dans l'acte reproducteur. Les anglomanes nient énergiquement l'écueil et repoussent opiniâtrement le reproche. Ils disent : l'engraissement exagéré ne saurait être tenu pour imperfection, attendu qu'un animal, avant d'accumuler en lui de la graisse à ce degré, peut être arrêté en deçà et ne pas dépasser les limites d'un embonpoint rationnel ou déterminé.

Cette raison, toute spécieuse, s'évanouit au moindre examen, et je l'ai déjà dit : la nature du porc n'est plus la même en deçà et au delà de la Manche. Un cochon de race anglaise, à tous les âges et dès sa naissance, est de constitution adipeuse et très-peu charnu ; un cochon de race française, au contraire, à toutes les périodes de sa vie, qu'il soit ce qu'on nomme ou gras ou maigre, est essentiellement charnu. Aidé par le temps, le régime développe et grossit rapidement la boule de graisse qui constitue le porc anglais, sans développer parallèlement et proportionnellement les chairs ; l'âge et la nourriture grossissent et engraissent le porc d'origine française, sans que la formation d'une couche épaisse de lard et d'une bonne proportion de graisse intérieure nuise en rien au développement de la fibre musculaire, de la forte proportion des chairs. Dans les deux animaux, les forces vitales sont différemment équilibrées, différente est la structure intime, autrement pondérées sont les facultés, et chacun d'eux pousse simplement dans le sens de ses aptitudes propres : l'un fabrique surtout de la graisse et s'y emploie admirablement, l'autre fait à la fois de la viande et du lard, et donne à ce point de vue toute satisfaction à la consommation nationale.

Ce dernier est-il un fabricant aussi habile, aussi économique que l'autre ? Ceci est un point de vue différent ; c'est une autre question que je n'hésite pas, en la posant, de résoudre par la négative. Nos races charnues arrivent encore un peu tardivement à leur entier développement ; or, toute race tardive est de production coûteuse. Le *desideratum*, en ce qui concerne notre population porcine indigène, c'est d'en faire croître plus vite les produits et de les mener en un laps de temps moins long, à moindres frais aussi, au terme de leur pleine maturité, sans modifier très-notablement leur composition. C'est à leur conformation qu'il faut s'attaquer pour en changer le modèle. Ils sont étroits, serrés, plats, haut montés : il faut les élargir et les descendre. Ce double résultat s'obtient par les mêmes moyens : le choix intelligent des reproducteurs et la substantielle alimentation des jeunes. Plus le corps s'élargit, moins il monte, plus près de terre il demeure ; ce qu'il perd en hauteur, il le gagne en largeur, en épaisseur, au profit de l'ampleur des viscères les plus essentiels à la vie, et parallèlement au profit du développement du système musculaire. Celui-ci peut et doit s'enrichir aux dépens du squelette, qu'il ne faut pas laisser prédominant ; mais il faut bien se garder de le laisser appauvrir au bénéfice du tissu adipeux, sous peine de se heurter à l'écueil précédemment signalé, et d'arriver assez vite à l'exagération qui fait l'infériorité actuelle des races les plus « perfectionnées » de l'Angleterre aux yeux et au goût du consommateur français.

La solution de ce problème, dont on ne contestera pas l'importance, peut être poursuivie et facilement obtenue par deux voies : par la sélection et par le croisement, l'un et l'autre moyen s'aidant d'un régime approprié.

Par la sélection, on arrivera d'autant plus vite que la multiplication sera confiée aux jeunes animaux dont la croissance aura été la plus rapide, à ceux qui auront le mieux utilisé, à leur propre profit, la bonne alimentation chargée de les pousser. Avec du tact et de l'habileté, on atteindra le point cherché sans le dépasser ; on atténuera les proportions du squelette à l'avantage du développement des chairs, et l'on donnera aux produits une suffisante aptitude à l'engraissement, sans se prêter à la prédominance du système adipeux, sans tomber conséquemment dans les exagérations de la production anglaise.

Par le croisement, on s'expose à mener les choses un peu trop vite. Ceux qui le répètent sans l'interrompre sont menacés d'aller au delà du résultat proposé et de transformer l'animal ossu en bête adipeuse, sans avoir, pour ainsi dire, connu l'état intermédiaire, la constitution charnue. Je montre une seconde fois l'écueil à éviter. C'est le croisement répété de nos races par les races anglaises

qui a discrédité chez nous ces dernières; on les y aurait maintenues en honneur si on n'en avait pas fait abus dans la reproduction, si on ne les avait employées qu'à faire des métissages. Par le croisement, elles absorbent complétement les races indigènes et donnent des produits semblables à elles-mêmes, qui ne sont point du goût du consommateur. Par le métissage, on leur aurait simplement emprunté une partie de leurs avantages en conservant à leurs produits mêlés les qualités des races indigènes accrues. En général, demi-sang n'est point assez, et trois quarts sang c'est déjà trop; la bonne proportion intermédiaire paraît être la plus favorable; elle est facile à obtenir en mariant les deux sortes. La question à résoudre alors par la pratique est celle de la fixité des produits arrivés à ce degré du métissage. Les uns nient que cela soit possible; mais leur négation vient sans preuve à l'appui. A ceux-là je dis : Cherchez la preuve, et m'est avis qu'elle se produira à l'avantage de la fixité.

Que si la fixité ne pouvait être rencontrée ici, ce serait tout simplement la faute de l'éleveur. Avant d'être victimes de l'exagération où elles sont tombées, les races anglaises étaient précisément ce que nous voulons, ce que nous éprouvons le besoin que deviennent les nôtres — des races charnues; elles ne sont devenues adipeuses qu'en livrant leur reproduction aux plus jeunes, et longtemps avant l'état adulte; elles seraient restées charnues si on n'en avait point abusé, si on les avait rationnellement menées et multipliées.

On a beaucoup admiré, à Billancourt, un verrat et deux truies exposés par un habile éleveur de la Creuse, M. Pâquet (François). Ils représentaient une famille de porcs de race marchoise, successivement améliorée par sélection. Le jury a récompensé par un premier prix bien mérité les beaux et bons résultats obtenus par M. Pâquet, qui en est à sa dix-septième année de travaux; et la presse agricole, de répudier immédiatement l'opération du croisement, d'ouvrir une campagne au profit exclusif de la sélection! Eh bien, rien ne sera plus facile à M. Pâquet, s'il imite les Anglais, que de perdre le fruit de ses efforts. Au lieu de n'employer à la reproduction que des animaux faits et adultes, il n'a qu'à livrer à la multiplication les plus jeunes : en deux ou trois générations il arrivera à la condition excessive, à l'exagération adipeuse que repousse avec raison le consommateur.

Ceci advenant, serait-on fondé à dire que la sélection n'a pas su donner une race fixe? Non; le défaut de fixité ne serait pas son fait; il trouverait sa cause dans un mode de reproduction excessif qui ne peut, en réalité, engendrer que l'excès.

Les races dues à la métisation, une fois créées et confirmées, une fois acquise la fixité, se conservent et se maintiennent avec autant de certitude que les plus anciennes. C'est une affaire de méthode et d'habileté pratique.

Tout ceci ajoute à l'importance de l'élevage du porc, importance relevée encore par les données scientifiques suivantes, empruntées à un remarquable travail de MM. Lawes et Gilbert, à savoir :

Il faut en matières nutritives supposées sèches :

12 ou 15 kilogrammes pour fabriquer un kilogramme de bœuf;

9 kilogrammes pour fabriquer un kilogramme de mouton;

4 ou 5 kilogrammes seulement pour fabriquer un kilogramme de porc.

Ce dernier, admirable et puissante machine d'assimilation, est donc, entre tous, celui de nos animaux alimentaires qui produit la viande le plus économiquement.

Je resterai dans le vrai si j'ajoute qu'au prix où elle est vendue, elle rémunère plus ou mieux qu'aucune autre les spéculations de l'élevage, et qu'il y a tout avantage à cultiver avec entente et habileté les bonnes races de ce précieux animal.

Eug. Gayot.

XXXVIII

HYDROPLASTIE

(Électro-chimie. — Galvanoplastie.)

PAR A. DE PLAZANET,

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES.

(Planche LVI et LXXIII.)

I

ÉLECTRO-CHIMIE.

Les applications de l'hydroplastie se sont tellement multipliées depuis quelques années qu'il est presque impossible de trouver une industrie qui ne se rattache par quelques points à l'une de ces applications.

En présence de ce développement déjà si considérable et chaque jour croissant des arts galvanoplastiques et de la tendance du public à demander à la science de l'électro-métallurgie soit une économie de main-d'œuvre, soit une perfection de travail, soit un mode d'ornementation que les anciennes méthodes ne pouvaient donner, nous avons cru qu'il ne serait pas inutile de lui faire connaître, au moins d'une manière succincte, les vrais principes de cette science et les méthodes opératoires qui amènent sûrement au résultat désiré.

Dans ce but nous avons fait au Laboratoire international quelques conférences expérimentales, qu'on a bien voulu accueillir avec indulgence. Nous résumerons ici ces conférences, et à mesure que nous serons amenés à parler d'un procédé, nous signalerons les exemples les plus remarquables de son application que nous aurons rencontrés à l'Exposition.

Nous ne trouverons pas de classe réservée spécialement aux produits de la galvanoplastie ou de l'électro-chimie, mais nous les rencontrons à chaque pas, associés aux industries les plus diverses.

Ainsi, après avoir vu dans le parc les magnifiques reproductions galvanoplastiques de la maison Christofle, de M. Oudry, les objets d'art si délicats de MM. Lionnet frères, nous trouvons dans chaque galerie du palais des dorures ou des ornements obtenus par les méthodes de l'électro-chimie.

Jusqu'à une époque éloignée de nous d'à peine un quart de siècle, on ne savait appliquer l'or et l'argent que par des moyens mécaniques ou à l'aide d'un intermédiaire d'un emploi désastreux pour la santé des ouvriers, *le mercure*.

Les anciens avaient, comme nous, été séduits par l'aspect des métaux précieux; l'or et l'argent décoraient leurs temples et leurs palais. Ils appliquaient ces métaux soit en lames, soit en feuilles minces analogues à celles que font les batteurs d'or.

Plus tard, au moyen âge, on parvint à dorer les objets en cuivre ou en laiton à l'aide du mercure; on se fait difficilement une idée des désastres causés par l'emploi de cet agent dans les ateliers de dorure. — La découverte des savants illustres qui ont créé l'électro-chimie et la galvanoplastie n'aurait-elle eu d'autre résultat que celui de supprimer cette cause permanente de destruction pour un nombre considérable d'ouvriers, qu'elle devrait être regardée comme l'une des plus grandes et des plus utiles découvertes des temps modernes : — mais ses conséquences ont été plus étendues et plus importantes.

Grâce aux perfectionnements des arts galvanoplastiques, il n'est pas aujourd'hui de ménage si pauvre qu'il ne puisse se donner au moins les apparences du confortable et du luxe qui sont devenus un besoin pour tous.

D'autres applications de l'électricité à la décomposition des solutions métalliques prendront certainement naissance, et notre siècle est peut-être destiné à voir la métallurgie actuelle fondée sur l'action de la chaleur, remplacée par une métallurgie reposant sur l'emploi de l'électricité.

Déjà M. Becquerel, dans de remarquables travaux, a indiqué pour les métaux précieux des procédés d'extraction par l'électricité. — Si l'on n'a pas donné industriellement une suite à ces recherches, il faut en accuser non pas l'imperfection des méthodes, mais seulement le prix élevé de la production de l'électricité. Le but à atteindre est donc celui-ci : *produire de l'électricité à bon marché.* — Lorsqu'il sera atteint, la vraie électro-métallurgie sera créée. — Alors pourront être calmées les craintes, peut-être trop fondées, de bon nombre d'esprits prévoyants qui redoutent de voir s'épuiser les combustibles minéraux que nous arrachons chaque jour aux entrailles de la terre pour alimenter nos hauts-fourneaux et nos machines à vapeur.

Substituer l'électricité à la chaleur, soit comme force motrice, soit comme force physique, prenant part aux actions chimiques, voilà certainement le problème le plus grandiose que se puisse proposer la science moderne; il est digne d'occuper les plus nobles intelligences, car de sa solution dépend l'avenir de l'industrie.

Les recherches sur les moyens d'obtenir des dépôts métalliques feront sans doute faire à la science un pas dans cette voie glorieuse, mais difficile, car là aussi il s'agit de produire de l'électricité avec peu de dépense. — Dans quelques cas nous pouvons même obtenir des dépôts métalliques de bonne nature sans recourir à cet auxiliaire puissant, mais onéreux. Nous décrirons avec détail ces procédés, et c'est parce que nous leur attribuons une réelle importance que nous n'avons pas voulu nous borner à parler de la *galvanoplastie,* mais bien de cet art plus général qu'on appelle l'*hydroplastie.*

L'*hydroplastie* est l'art de déposer les métaux par *voie humide,* avec toutes les propriétés physiques qu'ils possèdent lorsqu'ils ont été produits par les procédés de la métallurgie ordinaire.

Les dépôts métalliques s'obtiennent tantôt par simple affinité chimique, tantôt en recourant à l'électricité dynamique, et s'effectuent dans des solutions salines ou *bains* dont la composition varie pour chaque métal.

Lorsqu'on emploie l'électricité, on peut se proposer deux ordres de résultats différents :

1° Ou bien on a pour but de déposer sur un métal pauvre une couche mince, continue et adhérente d'un métal plus précieux et moins oxydable. C'est le cas de la dorure, de l'argenture et du platinage du cuivre, du cuivrage du zinc et de la fonte, etc., etc.;

2° Ou bien on veut obtenir une couche de métal continue, mais non adhérente et assez épaisse pour pouvoir, au besoin, se séparer de l'objet sous-jacent et en

donner une reproduction exacte. C'est le but de la *galvanoplastie* proprement dite.

Quand on opère sans le secours de l'électricité, on ne peut obtenir que des couches minces, et les résultats sont de même nature que ceux du premier des deux cas que nous venons d'examiner. — On donne à ces dépôts le nom de *dépôts directs* ou par simple immersion : les plus usités sont les dépôts d'or et d'argent.

Il serait peut-être téméraire d'affirmer que les *dépôts directs* s'effectuent sans le secours de l'électricité; en effet, la présence de deux métaux différents au sein du liquide forme une véritable pile voltaïque ; et nous avons toujours deux métaux, savoir : le métal précipitant et le métal précipité.

Quoi qu'il en soit, nous maintiendrons ce nom aux dépôts effectués sans qu'on ait besoin d'avoir recours à une source d'électricité extérieure au bain lui-même.

Enfin, il existe des dépôts dits *par double affinité*, qui se produisent par le contact de deux métaux dans des solutions convenables. Les exemples les plus remarquables de ces dépôts sont l'étamage par le procédé Roseleur, et le cuivrage par le procédé Weill.

Décapages.

Avant de commencer l'étude de ces différents dépôts, il est indispensable de connaître la préparation des pièces ou *décapage*.

Le *décapage* est l'opération ou la série d'opérations qui a pour but d'enlever de la surface des objets toute trace d'un corps étranger quelconque et de lui faire présenter la netteté la plus parfaite avant son immersion dans le bain.

Cette préparation est de la dernière importance, car s'il est impossible d'obtenir un bon dépôt dans un mauvais bain, il ne l'est pas moins d'obtenir dans un excellent bain un bon dépôt sur une pièce mal décapée.

Le décapage n'est pas le même pour tous les métaux, et il peut être *mécanique* ou *chimique.*

Le décapage chimique donne des résultats bien plus parfaits que le décapage mécanique, mais il ne peut malheureusement s'appliquer qu'au cuivre et à ses alliages. Pour tous les autres métaux, on peut avoir recours à l'action chimique pour commencer le décapage, mais il est presque toujours nécessaire de le terminer mécaniquement.

Décapage du cuivre et de ses alliages.

Le décapage que nous allons décrire peut s'appliquer au cuivre rouge, au bronze, au laiton, au maillechort, au similor, à l'or de Manhein, etc.

On commence par détruire les corps gras qui se trouvent toujours à la surface des objets et qui proviennent soit des opérations de la fabrication, soit seulement du contact des mains. Deux moyens permettent d'arriver à ce résultat. Le premier consiste à soumettre les objets à la température du rouge sombre ; il ne peut s'appliquer aux objets qui ont des soudures à l'étain, non plus qu'aux objets très-légers et qui se brûleraient, et à ceux qui doivent conserver leur rigidité et leur sonorité. — Dans ces divers cas on a recours au second moyen, qui consiste à faire plonger les objets pendant quelques minutes dans une solution bouillante de potasse ou de soude.

Au sortir de ce bain, les objets sont rincés à grande eau et plongés dans un mélange de 5 à 20 parties d'acide sulfurique 66° et de 100 parties d'eau. — C'est ce qu'on nomme le *déroché*. Les objets doivent rester dans la déroche jusqu'à ce

que la couche noire de bioxyde de cuivre se soit transformée en une couche rougeâtre de protoxyde de cuivre.

Les pièces sont alors attachées à des crochets de cuivre de diverses formes, suivant le poids et la nature des pièces (fig. A, B, C), ou placées dans des passoires en grès (fig. D, E, F), afin que l'ouvrier puisse aisément les passer en les agitant dans les divers acides qui servent au décapage et qui sont :

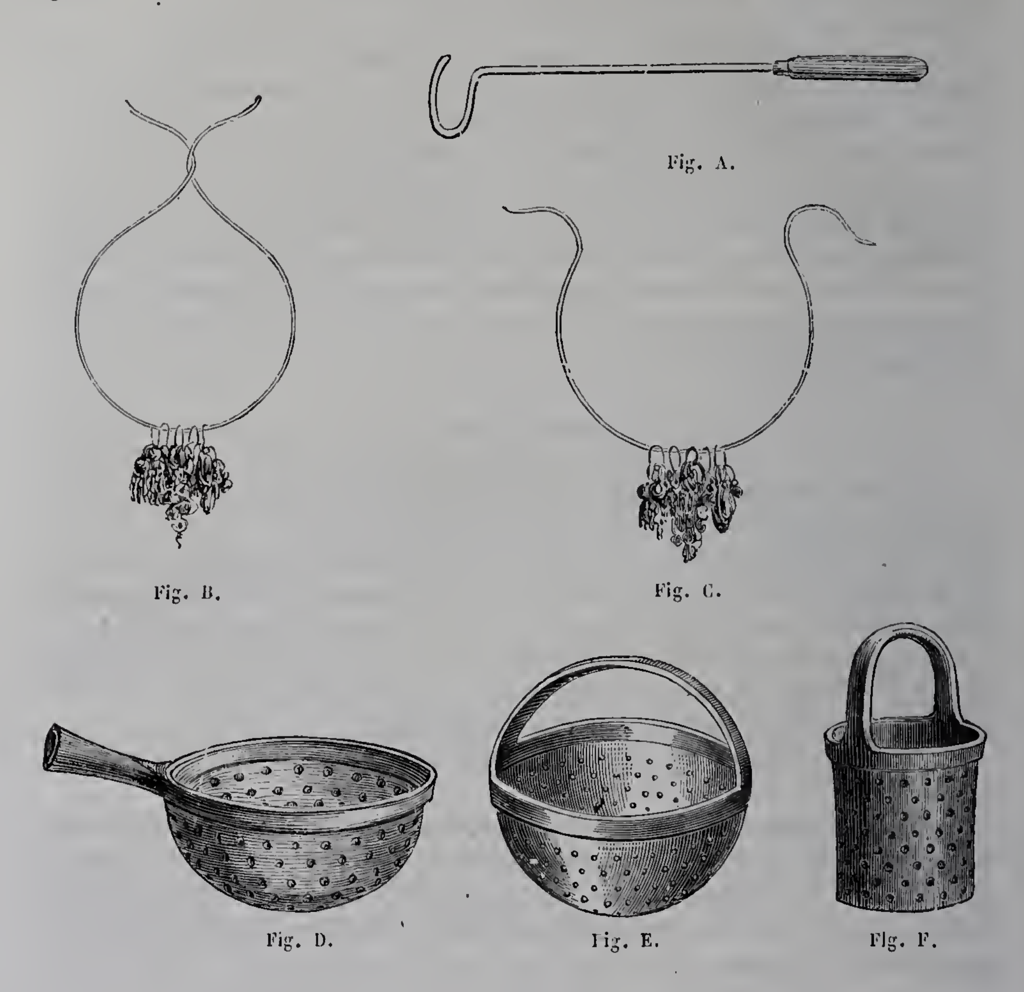


Fig. A. Fig. B. Fig. C. Fig. D. Fig. E. Fig. F.

1° *Vieille eau forte.* — C'est de l'acide nitrique (eau-forte), presque épuisé par de précédents décapages dans lequel on laisse les objets pendant quelques instants au sortir de la déroche.

L'avantage qu'on trouve à employer la vieille eau forte consiste : 1° à économiser des acides neufs; 2° à ne pas attaquer trop vivement les pièces légères, dont certaines parties sont recouvertes d'oxyde pendant que le reste est déjà métallique.

2° *Eau forte vive.* — Se compose de :

Acide azotique 36°	10 litres.
Sel marin	100 grammes.
Suie calcinée	100 —

On y plonge d'abord les objets pendant quelques secondes, puis on les laisse *fumer* à l'air jusqu'à ce que la surface soit recouverte d'une sorte de mousse verte; on les replonge alors dans l'eau forte vive, et on les rince vivement à grande eau immédiatement au sortir de ce décapage.

3° *Composés à brillanter.* — En sortant de l'eau forte vive, les objets ont un aspect brillant et métallique qui semble indiquer un décapage parfait. Il n'en est rien cependant, et si l'on vient à essayer de dorer par immersion un objet sortant de l'eau forte vive, on court grand risque de n'obtenir qu'une dorure très-imparfaite. Il n'en sera pas de même si on a passé les objets dans un mélange de :

Acide nitrique 36°	10 litres.
Acide sulfurique 66°.	10 —
Sel marin..	100 gram.

L'objet, au sortir de ce bain, présente un aspect brillant et net, et le décapage est complet.

Si au lieu d'une surface brillante on veut une surface mate, on modifiera la formule des *acides composés* de la manière suivante :

Acide azotique 36°	20 litres.
Acide sulfurique 66°	10 —
Sel marin	100 gram.
Sulfate de zinc.	200 —

Les objets doivent séjourner de 1 à 10 minutes dans ce bain, suivant le degré de mat que l'on désire, et on *éclaircira* ensuite le mat, qui est toujours un peu trop prononcé, en passant rapidement les pièces dans les composés à brillanter.

Enfin on a recours souvent à une dernière opération qui a pour but de faciliter l'adhérence, et qu'on nomme *le passé au nitrate de mercure.* Cette opération consiste à plonger rapidement les objets, complétement décapés, dans la solution suivante :

Eau	10 litres.
Azotate de mercure.	5 gram.
Acide sulfurique	10 —

La solution ci-dessus convient pour la dorure. On augmente la quantité de sel de mercure, lorsqu'il s'agit de dépôts épais d'argent, par exemple de l'argenture du couvert.

On peut donc résumer ainsi la série d'opérations nécessaires pour le décapage complet du cuivre et de ses alliages.

Recuire ou dégraisser.
Dérocher.
Passer à l'eau forte vieille.
Passer à l'eau forte vive.
Passer aux acides composés.
Passer au nitrate de mercure.

Entre chacune de ces opérations il convient de rincer à grande eau.

On devra donc avoir une série de terrines disposées comme l'indique la figure 1 (pl. LXXIII) et commencer à rincer dans la terrine la plus basse, pour terminer dans la plus haute, qui contient une eau exempte d'acides.

La figure 2 (pl. LXXIII) représente une hotte à décapage complète.

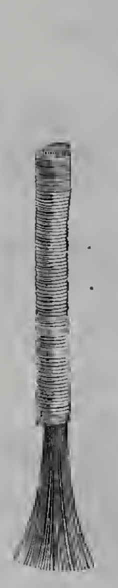
Hotte à décapage.

A Four à recuire.
B Terrine à dérocher.
C Pot de vieille eau forte.
D Pot d'eau forte vive.

E Pot d'acides composés à mater.
F Pot d'acides composés à brillanter.
G Azotate de bioxyde de mercure.
H Dédrogue.
I Dédoré.
LL Terrines à laver.
K Ouvrier s'apprêtant à décaper.

Décapage mécanique.

Il s'effectue à l'aide de brosses de diverses formes, employées soit à la main, soit au tour à gratte-bosse. Les figures G et H représentent des gratte-bosses à la main. C'est une sorte de pinceau en fil de laiton plus ou moins fin, selon la nature des objets. On se sert aussi, pour les objets très-délicats, de gratte-bosses en verre filé.



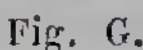


Fig. G.

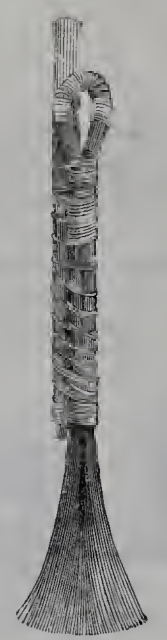


Fig. H.



Fig. I.

La figure I représente la brosse employée pour les gros objets de bronze.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 3 et 4 (pl. LXXIII), pour se rendre compte de la façon dont l'ouvrier doit tenir son outil.

Le tour à gratte-bosser porte une brosse circulaire en fil de laiton à laquelle on vient présenter les objets tangentiellement, fig. 5, pl. LXXIII).

Le gratte-bossage n'est pas seulement employé comme décapage, ou auxiliaire du décapage il est aussi destiné à donner du brillant aux dépôts mats et doit précéder le brunissage.

Décapage de l'argent, du zinc, du fer, de la fonte, etc., etc.

Nous avons dit que le décapage des métaux autres que le cuivre et ses alliages était presque toujours mécanique.

Voici comment il convient de procéder pour les métaux les plus usuels.

L'argent est d'abord chauffé assez vivement, soit à feu nu, soit dans des boîtes en tôle, puis plongé dans de l'acide sulfurique étendu d'eau ; on termine par le gratte-bossage.

Quelquefois on décape l'argent à l'acide azotique, mais il faut employer de l'acide bien exempt de chlore, qui formerait du chlorure d'argent à la surface de l'objet.

Le zinc se décape assez bien lorsqu'il n'est pas accompagné d'étain ou de plomb. Par malheur, dans la pratique, les objets en zinc présentent presque toujours des soudures à l'étain.

Quoi qu'il en soit, voici un procédé peu employé jusqu'à présent, et qui donne de bons résultats.

On commence par dégraisser, si besoin est, à la solution bouillante de potasse, puis on passe très-rapidement les objets dans une liqueur composée de :

Acide sulfurique 66°.	10 litres.
Acide azotique 36°	10 —
Sel marin	100 gram.

Ce bain doit servir exclusivement au décapage du zinc et ne pas contenir de sel de cuivre qui serait réduit par le zinc et viendrait en noircir la surface. On rince à grande eau et on termine avec la brosse à poncer ou le gratte-bosse.

Le fer et la fonte se décapent par une immersion de plusieurs heures dans une solution très-étendue d'acide sulfurique dans l'eau. Un centième d'acide sulfurique suffit. On gratte-bosse ensuite avec des brosses en fil de fer ou avec des brosses à poils rudes et courts et du grés fin.

On emploie aussi l'acide chlorhydrique, mais je préfère l'acide sulfurique, parce qu'il ne s'évapore pas comme l'acide chlorhydrique.

Les pièces une fois décapées sont conservées dans une eau légèrement alcalinisée, si on ne veut pas les porter au bain immédiatement.

L'acier se décape comme le fer et la fonte, mais exige un temps moins long pour son immersion dans l'eau acidulée.

Le plomb et l'étain ne se décapent pas bien aux acides; on est obligé de recourir à la brosse et à une poudre fine et dure, telle que le grès ou la ponce.— Ces métaux ne reçoivent un bon dépôt d'or qu'à la condition d'avoir été cuivrés, au préalable.

L'aluminium se décape très-bien de la manière suivante :

1° Immersion peu prolongée dans la soude caustique ;
2° Immersion de quelques minutes dans l'acide nitrique pur, qui n'attaque pas l'aluminium et détruit les impuretés qui se trouvent à sa surface;
3° Passage rapide dans l'acide fluorhydrique très-étendu ;
4° Passage dans l'acide phosphorique liquide.

Au sortir de ce dernier bain, l'objet présente un aspect blanc et brillant, si l'aluminium est pur.

Des dépôts métalliques qui s'obtiennent par simple immersion.

On peut considérer les dépôts métalliques par simple immersion comme des cas particuliers de la loi générale de la précipitation des métaux par d'autres métaux plus oxydables. — Les conditions à remplir pour le but que nous nous proposons sont les suivantes : le métal précipité doit former à la surface du métal précipitant une couche uniforme, continue, adhérente, et présenter les qualités qui lui sont propres, telles que l'éclat, la couleur, la dureté, l'inaltérabilité aux agents atmosphériques, etc.

Ce n'est que dans quelques circonstances assez rares que la précipitation des métaux peut avoir lieu avec toutes ces conditions sans le secours de l'électricité.

Le principe général des dépôts directs est celui-ci :

Si l'on plonge un métal dans une dissolution d'un autre métal moins oxydable, le métal le plus oxydable se substituera à l'autre dans la dissolution, pendant que celui-ci sera précipité à l'état métallique en proportions atomiques équivalentes.

Ordinairement le métal est précipité à l'état pulvérulent et n'a aucune adhérence avec le métal sous-jacent. D'autres fois, au contraire, comme dans la dorure et l'argenture par immersion, on parvient à obtenir des dépôts d'une extrême adhérence.

Il paraît rationnel d'admettre que dans tous les cas les effets produits ne sont pas dus seulement aux affinités chimiques, mais qu'ils résultent en partie du courant électrique résultant du contact de deux métaux au sein d'une liqueur qui exerce sur eux une action chimique.

Il résulte de ce qui précède qu'on ne peut obtenir avec les dépôts directs que des couches excessivement minces, puisque l'action doit cesser évidemment lorsque toute la surface du métal oxydable étant recouverte, il n'y a plus en réalité en contact avec le liquide qu'un seul métal.

Nous verrons cependant une exception à cette règle générale dans l'argenture au trempé par le bisulfite de soude, mais nous expliquerons cette exception, qui n'infirme en rien la théorie des dépôts directs.

Voici, d'après M. Dumas, le tableau des sels métalliques réductibles par d'autres métaux, et des sels métalliques dont les dissolutions ne sont pas réductibles par les métaux.

SELS dont les dissolutions sont irréductibles par les métaux.	SELS dont les dissolutions sont réductibles par certains métaux.	
Sels à base de potasse et des deux premières sections. Sels { de manganèse. de zinc. de fer. de chrome. de cobalt. de cérium. d'urane. de titane. de nickel. de cerium.	Sels { d'étain. d'antimoine. d'arsenic. de bismuth. de plomb. de cuivre. de tellure.	Reduits par le fer, le zinc et peut-être le manganèse.
	Nitrate de mercure { réduits par le fer, le zinc et tous ceux qui précèdent.	
	Sels { d'argent. de palladium. de rhodium. de platine. d'or. d'ormium. d'iridium. } Réduits par le zinc, le manganèse, le cobalt et tous ceux qui précèdent l'argent.	

Berzélius indique la série suivante dans laquelle chaque métal est réduit de sa dissolution par ceux qui viennent après :

Or, — argent, — mercure, — bismuth, — cuivre, — étain, — zinc.

Il existe entre l'état du précipité et la force décomposante une certaine relation. En général, une action trop vive donne un dépôt pulvérulent, tandis qu'une action lente donne ou bien une couche métallique adhérente, ou des lames, ou des cristaux.

Il a donc fallu en hydroplastie se placer dans des circonstances toutes spé-

ciales, et trouver des dissolutions abandonnant leur métal au contact d'un autre métal, mais ne l'abandonnant qu'avec une lenteur suffisante pour éviter un dépôt pulvérulent.

Dorure au trempé.

Ce n'est qu'après un assez grand nombre de tâtonnements que les conditions nécessaires pour un bon dépôt métallique ont été réunies. Nous ne mentionnerons que les plus importantes des tentatives faites dans cette voie, mais nous décrirons avec quelque détail les méthodes actuellement en usage, car la dorure au trempé a conquis dans l'industrie, et surtout dans l'industrie parisienne, une place importante.

La dorure par immersion ne s'applique qu'à l'argent, au cuivre et à ses alliages, ou aux métaux préalablement cuivrés.

Baumé obtint le premier des résultats à l'aide d'un bain de trempé formé simplement d'une solution de chlorure d'or, aussi neutre que possible.

Ce procédé permit de dorer avec quelque succès les petites pièces d'horlogerie, mais le bain devenait promptement acide et dorait mal et le métal était attaqué. La théorie confirme ce résultat que l'expérience avait fait connaître depuis longtemps. L'or se trouve en effet, dans ce bain, à l'état de perchlorure Au^2Cl^3; donc il devrait y avoir *trois* équivalents de cuivre entrant en dissolution pour *deux* équivalents d'or précipité, pour qu'il n'y eût pas de chlore mis en liberté.

On essaya de dissoudre le chlorure d'or dans l'éther sulfurique; les résultats furent un peu plus satisfaisants.

Macquer avait proposé, dans son *Dictionnaire de chimie*, d'employer une solution alcaline au lieu de la solution acide. C'était le premier pas fait dans la voie réellement pratique.

Proust, Pelletier et Duportal réussirent parfaitement à dorer le cuivre avec une dissolution de chlorure d'or dans du carbonate de potasse.

M. Elkington perfectionna cette méthode et prit, en 1836, un brevet pour son exploitation industrielle.

Le procédé de M. Elkington a été, pendant quelques années, le seul employé pour la dorure au trempé, et aujourd'hui même on trouve quelques doreurs *persévérants* qui l'emploient encore, malgré les avantages très-réels des bains au pyrophosphate de soude, dont nous parlerons tout à l'heure.

Voici en quoi consistait le procédé de M. Elkington :

Dans une marmite de fonte, dorée à l'intérieur par l'ébullition prolongée de vieux bains à peu près hors de service, on faisait bouillir le mélange suivant :

Bicarbonate de potasse.	9 kilog.
Chlorure d'or.	240 grammes.
Eau	16 litres.

L'ébullition devait se prolonger pendant au moins deux heures, et on renouvelait l'eau à mesure de l'évaporation. Au bout de ce temps, une partie de l'or s'est précipitée en poudre d'un noir violacé. On laisse refroidir et on décante. On fait bouillir de nouveau, et le bain est prêt à fonctionner; il possède alors une teinte verdâtre.

Lors de l'invention des bains de dorure par simple immersion dans une solution alcaline, on chercha à expliquer de diverses manières la réaction qui se passe. On alla jusqu'à admettre que le perchlorure d'or se transformait en protochlorure sous l'influence de certaines matières organiques, telles que la sciure de bois, propres à réduire l'or. Il était facile de réfuter cette opinion, car la do-

rure ne s'effectue pas moins bien, au contraire, sur les pièces qui n'ont pas été séchées que sur celles qui ont été séchées à la sciure.

M. Barral a donné de la dorure par immersion une théorie qui semble expliquer les faits d'une manière rationnelle.

Il a constaté que dans un bain au bicarbonate il s'était dissous deux équivalents de cuivre pendant qu'il s'était déposé deux équivalents d'or.

De plus, il a reconnu que dans un bain absolument épuisé on retrouvait du chlorure de potassium et du chlorate de potasse au lieu de bicarbonate. M. Barral pense donc que pour 2 éq. d'or qui se précipitent, il y a 3 éq. de chlore mis en liberté. 2 de ces 3 éq. forment du chlorure de cuivre aux dépens de l'objet immergé et 1 éq. s'empare de la potasse. Pour représenter cette réaction, on peut donc écrire la formule :

$$3\ Au^2Cl^3 + 6\ KO + 6\ Cu = 3\ Cu^2Cl + 5\ ClK + ClO^5KO + 3\ Au^2.$$

Ou bien si on admet la formation du bichlorure de cuivre, on aura :

$$6\ Au^2Cl^3 + 12\ Cu + 6\ KO = 12\ CuCl + 5\ ClK + ClO^5KO + 6\ Au^2.$$

Cette dernière réaction est la plus probable, à cause de la teinte bleu verdâtre que prend la liqueur.

On ne peut utiliser la totalité de l'or contenu dans ce bain. Il faut s'arrêter lorsqu'on a déposé un tiers ou au plus moitié de l'or en dissolution. Cet inconvénient, joint à celui de ne donner de bons résultats que dans un bain très-concentré, a fait renoncer d'une manière presque générale aux bains de dorure par le bicarbonate. J'ai cependant exposé quelques spécimens de cette dorure fort bien exécutés par M. Loret.

Dorure au trempé par le pyrophosphate de soude. Procédé Roseleur.

Ce procédé de dorure est aujourd'hui employé presque à l'exclusion de tous les autres procédés de dorure au trempé. Il est dû à M. Alfred Roseleur, dont les travaux ont tant contribué aux progrès de l'art qui nous occupe. C'est dans son excellent ouvrage [1] sur les manipulations hydroplastiques que nous puisons les détails pratiques qui suivent et qui, nous l'affirmons par expérience, permettront d'arriver à un succès complet à tous ceux qui les suivront textuellement.

Le meilleur des bains au trempé se compose de :

Eau distillée	10	litres.
Pyrophosphate de soude.	800	gram.
Acide cyanhydrique.	8	—
Chlorure d'or.	20	—

Cette quantité de chlorure d'or représente 10 grammes d'or traités par l'eau régale.

Pour préparer ce bain, on fait chauffer 9 litres d'eau distillée dans laquelle on verse peu à peu, en agitant avec une baguette de verre, 800 gram. de pyrophosphate. Lorsque le sel est complétement dissous, on filtre la liqueur et on la laisse refroidir. D'autre part, on a introduit dans un ballon en verre :

10 gram. or vierge;
30 gram. acide chlorhydrique pur;
15 gram. acide nitrique pur.

On chauffe légèrement jusqu'à ce qu'il se produise un dégagement de vapeurs

1. *Manipulations hydroplastiques*, guide pratique du doreur, de l'argenteur et du galvanoplaste, 2me édition.

rousses. On laisse alors la solution s'opérer et on a un liquide jaune orangé qu'on évapore jusqu'à consistance sirupeuse. Pour que l'évaporation soit suffisante, il faut que le liquide ne laisse plus échapper de vapeurs sensibles et qu'il ait pris une teinte rouge sang de bœuf foncé. On laisse alors refroidir et le chlorure d'or se prend en une masse cristalline d'un jaune foncé.

On dissout le chlorure d'or dans de l'eau distillée et on filtre. Cette filtration sert à séparer le chlorure d'argent qui s'est formé, grâce à la présence d'une petite quantité d'argent que renferme toujours l'or le plus pur du commerce. On lave à plusieurs reprises le filtre pour entraîner tout le chlorure d'or, et on complète le dixième litre de liquide avec de l'eau distillée. On verse le chlorure d'or, ainsi mis en solution dans la solution de pyrophosphate à laquelle on a ajouté l'acide prussique.

Ce dernier acide n'est pas indispensable à la dorure, mais il régularise notablement l'action du bain.

La liqueur doit être incolore; si elle prend une teinte violacée, c'est que l'acide cyanhydrique a été employé en trop petite quantité. Il faut ajouter cet acide avec précaution, car un excès rendrait la dorure impossible sans le secours de la pile.

Le bain préparé comme nous venons de le dire donne une très-belle dorure jaune sur les objets en cuivre et en laiton décapés par les procédés que nous avons indiqués plus haut. Il peut aussi servir à la dorure de l'argent. Pour cela il suffit d'augmenter un peu la proportion d'acide cyanhydrique et de faire bouillir les objets pendant environ une demi-heure dans le liquide ainsi obtenu. On augmenterait l'épaisseur de la couche obtenue en agitant les objets à l'aide d'une tige de cuivre ou de zinc.

La dorure du cuivre peut, par cette méthode, acquérir une certaine épaisseur, grâce à un ingénieux tour de main, qui consiste à plonger les objets dans une solution très-étendue de nitrate de mercure, avant de les porter au bain de dorure.

En recommençant plusieurs fois cette opération, on peut déposer successivement plusieurs couches d'or, car au lieu de la surface dorée sans action sur le bain, on lui présente successivement une couche de mercure qui se dissout dans le bain et se trouve remplacée à la surface de l'objet par une nouvelle quantité d'or.

On arrive ainsi à exécuter, par voie de simple immersion, une dorure capable de rivaliser avec la dorure à la pile, pour les besoins ordinaires de l'industrie. On pourra s'en convaincre en examinant les remarquables spécimens de dorure exposés par MM. Besançon, Clavier et Husson, et Hamelin.

Au sortir du bain, les pièces sont rincées à grande eau et séchées à la sciure chaude. Si elles sont creuses, on les fait ensuite séjourner dans une étuve chauffée à 70 ou 80° (fig. 6, pl. LXXIII). La figure représente une petite étuve avec une caisse à sciure et des tamis métalliques qui servent à cribler les menus objets séchés à la sciure.

Le plus souvent la dorure au trempé s'applique à de menus objets qu'on ne gratte-bosse pas, mais on les sasse quelquefois pour leur donner plus de brillant.

Les figures 7 et 8 (pl. LXXIII) représentent deux sasseurs mécaniques d'un usage très-avantageux pour les petits objets. La simple inspection de ces figures suffit pour faire comprendre la disposition de ces appareils et leur mode d'action.

Les objets sont mêlés à de la sciure ou à du grès très-fin.

D'autres fois, on se contente de sasser au bras; on se sert pour cela d'un long sac en toile dans lequel on place les objets avec de la sciure, et on leur im-

prime un mouvement cadencé de va-et-vient qui occasionne un mouvement constant.

S'il arrivait que la dorure, au sortir du bain, ne fût pas parfaite, et cela n'est que trop fréquent, soit par suite d'accidents qu'on ne pouvait prévoir, soit pour avoir négligé quelques-unes des précautions indiquées, on peut y remédier à l'aide de la *mise en couleur*.

La mise en couleur consiste à barbouiller les pièces manquées avec un mélange des sels suivants fondus dans leur eau de cristallisation.

Sulfate de fer.	parties égales.
Sulfate de zinc.	
Alun.	
Azotate de potasse.	

On porte ensuite la pièce dans un fourneau cylindrique (fig. J, K, L) où se trouve un espace vide dans lequel rayonne la chaleur. On chauffe jusqu'à ce que les sels aient éprouvé la fusion ignée et que la masse ait pris l'aspect de la *terre à poêle*. On projette alors vivement la pièce dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique. Les sels se dissolvent rapidement et la dorure apparaît avec une belle teinte chaude et uniforme. Les figures J, K, L montrent le plan, la coupe et l'élévation du fourneau cylindrique.

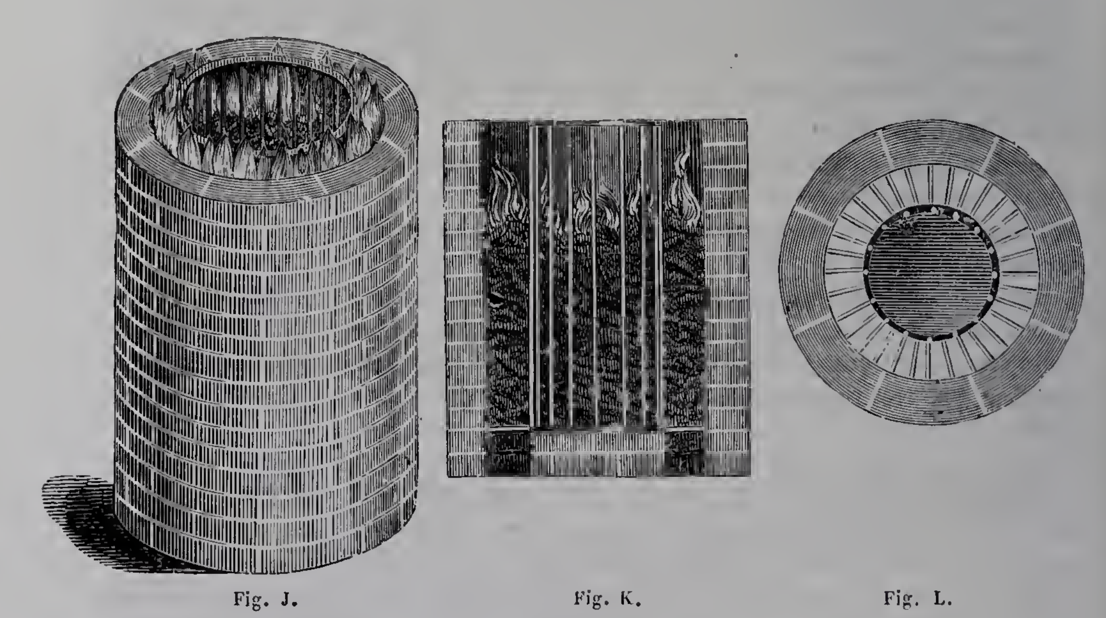


Fig. J. Fig. K. Fig. L.

S'il y a des parties trop colorées, on *égalise* en frappant ces parties avec les longues soies d'une brosse à manche (fig. L').



Fig. L'.

La mise en couleur ne peut s'opérer sur la dorure très-légère; dans ce cas, on rachète les défauts que peut présenter la dorure par une immersion de quelques secondes dans le bain de dorure à la pile que nous décrirons plus tard.

Tel est le procédé de dorure par immersion employé aujourd'hui par la

presque totalité des doreurs au trempé. Cette dorure convient surtout aux objets de menue bijouterie qui se fabriquent à Paris en quantités énormes, mais peut aussi s'appliquer à des objets plus volumineux et qui exigent une dorure riche.

Les doreurs habiles, et parmi eux je citerai MM. Louis Imbert et Duport, dorent chaque jour au trempé des milliers de pièces qui ne le cèdent en rien comme aspect et solidité aux plus belles dorures à la pile.

Si on compare le bain au trempé dû à M. Roseleur à celui d'Elkington, on voit aisément les avantages du premier sur le deuxième. Dilution de l'un, concentration de l'autre; rapidité du premier, perte de temps avec le second; facilité d'emploi de la presque totalité de l'or dans le bain au pyrophosphate, impossibilité d'employer à la dorure plus de la moitié de l'or contenu dans le bicarbonate; possibilité de déposer très-peu ou beaucoup d'or à volonté avec l'un, limite inférieure et supérieure de la quantité d'or beaucoup plus restreinte avec l'autre : — telles sont les principales raisons qui font abandonner le bain au bicarbonate par la plupart des praticiens.

Ceci est dit non pour amoindrir le mérite du célèbre inventeur anglais qui reste entier avec d'autant plus de raison que le *premier* il dora au trempé par un procédé vraiment pratique, mais pour démontrer aux quelques doreurs routiniers, qui peuvent s'obstiner à employer l'ancien procédé, les avantages que leur procurera le nouveau.

Avec le bain au pyrophosphate, on peut, si on le désire, ne déposer que 0gr,50 d'or sur un kilogr. de bijouterie. — Si minime que soit cette quantité d'or, elle est encore trop considérable au gré de quelques industriels, qui ne veulent que l'apparence de l'or. On peut les satisfaire avec le bain suivant :

Eau	10 litres.
Bicarbonate de potasse	200 gram.
Potasse caustique	1k,800 —
Cyanure de potassium	90 —
Chlorure d'or	20 —

On obtient ainsi une dorure très-légère, mais assez adhérente.

Dorure de l'aluminium au trempé.

Je ne veux pas terminer ce que j'ai à dire de la dorure par simple immersion sans mentionner un procédé tout nouveau qui, s'il ne présente pas une grande valeur industrielle, est intéressant au point de vue scientifique : c'est le procédé inventé par M. Maiche, pour la dorure de l'aluminium.

Le bain dont il se sert est formé de :

Or transformé en ammoniure	10 gram.
Cyanure de potassium	20 —
Eau distillée	10 litres.

Ce bain donne à froid une dorure adhérente sur l'aluminium. Les échantillons qui m'ont été soumis par l'inventeur peuvent rivaliser comme adhérence avec la meilleure dorure sur cuivre. — Je dois ajouter que les essais que j'ai faits moi-même pour obtenir le même résultat ne m'ont conduit qu'à des résultats médiocres. Il est vrai que l'aluminium sur lequel j'opérais était loin d'être pur, mais c'est le cas ordinaire de l'aluminium du commerce.

L'aluminium doit être décapé, comme il a été dit en parlant des décapages et frotté à la ponce avant d'être mis au bain.

Argenture au trempé.

Le plus ancien de tous les procédés d'argenture par voie humide est le bouilloire, ou blanchiment d'argent. Il ne permet de déposer sur le cuivre qu'une quantité d'argent presque impondérable.

Voici l'une des formules les plus employées :

Argent ou chlorure d'argent.	30 gram.
Crème de tartre en poudre	2g,500.
Sel marin.	2g,500.

On en fait une pâte qu'on conserve dans un vase opaque, pour s'en servir au ur et à mesure des besoins.

On dispose les objets sur une bassine en cuivre percée de trous, et on les plonge dans de l'eau bouillante contenue dans la bassine inférieure (fig. M), et à laquelle on a ajouté quelques cuillerées de la pâte d'argent.

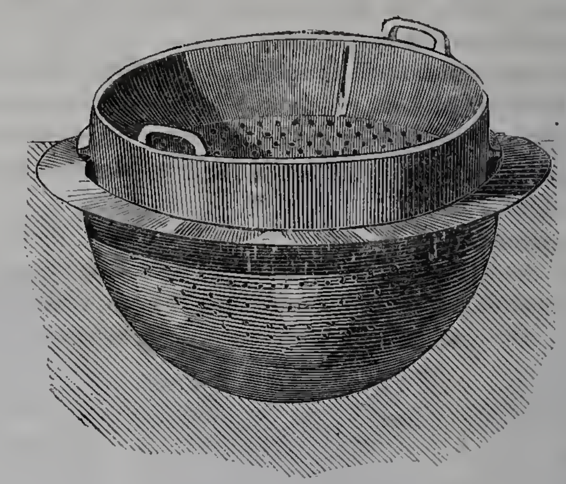


Fig. M.

On donne ensuite du brillant à l'aide du sassage, car cette argenture est trop légère pour être gratte-bossée.

On obtient une argenture un peu plus épaisse à l'aide de la solution suivante :

Eau distillée	5 gram.
Potasse caustique.	160 —
Bicarbonate de potasse	100 —
Cyanure de potassium.	60 —
Azotate d'argent fondu	20 —

Ce bain s'emploie surtout pour les objets de carrosserie, qui présentent ordinairement des appliques de fer.

De plus, tous les bains de cyanure double, d'argent et de potassium blanchissent le cuivre, même à froid, lorsqu'ils ont un grand excès de cyanure de potassium.

Pour en faire de véritables bains d'argent au trempé, il suffit de les porter à la température de 70 ou 80°.

Voici une des formules qui donnent les meilleurs résultats :

Eau.	20 litres.
Cyanure de potassium ordinaire[1]	500 gram.
Azotate d'argent	150 —

1. Nous appelons cyanure ordinaire une sorte de cyanure que nous fabriquons spéciale-

Ce bain fournit une argenture brillante, mais assez légère et convient surtout pour la bijouterie à chatons, qu'on ne peut gratte-bosser.

La durée de l'immersion ne doit être que de quelques secondes.

Argenture au trempé à froid.

Ce procédé est assez peu répandu, et cependant c'est le plus économique de tous les procédés d'argenture, et c'est aussi celui qui donne l'argenture la plus blanche et la plus inaltérable. Il ne saurait convenir pour les dépôts très-épais, tels que ceux de la riche orfévrerie, mais il peut donner d'excellents résultats toutes les fois qu'il s'agit d'obtenir une argenture de faible ou de moyenne épaisseur.

Ce procédé, inventé depuis plus de quinze ans par M. Roseleur, employé par lui industriellement pendant plus de dix ans, à l'exclusion de toute autre méthode, est à peine connu des argenteurs : nous croyons donc utile de le décrire avec quelques détails, et nous pouvons d'après notre propre expérience promettre un succès complet à ceux qui suivront textuellement les indications que nous allons donner, d'après M. Roseleur [1].

On commence par préparer du bisulfite de soude liquide; pour cela il suffit de faire passer un courant d'acide sulfureux dans une dissolution concentrée de carbonate de soude jusqu'à ce que tout l'acide carbonique ait été déplacé par l'acide sulfureux. Le liquide doit être légèrement acide et rougir faiblement le papier bleu de tournesol. Il doit marquer 24 à 26° au pèse-sels.

D'autre part, on a préparé une dissolution de nitrate d'argent dans l'eau distillée.

100 grammes nitrate d'argent.

1 litre d'eau distillée.

On verse peu à peu la dissolution de nitrate d'argent dans le bisulfite de soude, en ayant soin d'agiter pour faire disparaître le précipité blanc de sulfite d'argent qui se forme au contact des deux liquides.

En se dissolvant dans un excès de sulfite de soude, ce précipité forme un sulfite double de soude et d'argent qui constitue le bain.

Il suffira de plonger les objets de cuivre ou de laiton bien décapés dans le bain ainsi préparé pour obtenir à volonté, suivant la durée de l'immersion :

1° Un blanchiment aussi léger qu'on voudra et parfaitement blanc et brillant; pour cela, quelques secondes d'immersion suffisent;

2° Une argenture plus solide, convenant surtout à la bijouterie, au chatonage principalement, parce qu'elle n'a pas besoin d'être gratte-bossée; un quart d'heure environ suffit pour obtenir une bonne argenture ;

3° Une argenture mate qui peut rivaliser avec l'argenture à la pile, pour tous les objets qui n'exigent pas un dépôt très-épais.

A mesure que le bain s'appauvrit, on ajoute alternativement du sel d'argent et du bisulfite de soude, en ayant soin, pour toute précaution, de verser dans le bain autant de sel d'argent qu'il en peut dissoudre aisément.

Il se forme peu à peu un dépôt au fond du vase, et sur ses parois latérales il se dépose un peu d'argent; il faudra décanter de temps en temps et nettoyer le vase pour en retirer le dépôt, contenant un peu d'argent, qu'on joindra aux autres résidus d'argent de l'atelier.

ment pour le bain de blanchiment et les bains de cuivrage, et qui contient environ 65 pour 100 de cyanure réel et 35 pour 100 de carbonate de potasse.

1. *Manipulations hydroplastiques.* — Guide du doreur, de l'argenteur et du galvanoplaste, 2me édition. 1 volume grand in-8, 511 pages et 207 fig. Paris, 1866.

Ce que nous avons dit de l'épaisseur facultative, jusqu'à une certaine limite, des dépôts d'argent par le bain au bisulfite, semble en contradiction avec la théorie que nous avons donnée des bains au trempé. C'est qu'il y a ici un double phénomène ; au premier moment le dépôt se fait bien par la réaction ordinaire, c'est-à-dire qu'un équivalent de cuivre se substitue à un équivalent d'argent dans la dissolution, pendant qu'un équivalent d'argent ramené à l'état métallique vient s'appliquer sur l'objet en cuivre. Mais, outre cette action, il s'en produit une autre, due à la composition toute spéciale du bain, et en vertu de laquelle le dépôt continue à s'effectuer.

En effet, nous avons en présence du sulfite de soude et du sulfite d'oxyde d'argent, ou, pour ce dernier, de l'acide sulfureux, de l'oxygène et de l'argent.

Or, l'argent n'a que très-peu d'affinité pour l'acide sulfureux et pour l'oxygène ; l'acide sulfureux a au contraire une grande affinité pour l'oxygène, et tend à se transformer en acide sulfurique. Il est donc naturel d'admettre que l'argent du sulfite d'argent va se déposer à l'état métallique sur les objets, et que l'acide sulfureux de ce corps se combine avec l'oxygène pour faire de l'acide sulfurique, et, par suite, du sulfate de soude.

On peut représenter ce fait par la formule suivante :

$$SO^2 NaO, SO^2 AgO = SO^3 NaO + SO^2 + Ag.$$

Il est difficile de s'expliquer autrement que par l'amour de la routine le peu d'empressement que les argenteurs mettent à se servir de ce bain, qui est du domaine public et dont les avantages s'imposent à tout esprit impartial.

Il permet, en effet, d'opérer à froid, ce qui, outre l'économie, présente encore l'avantage d'avoir un bain toujours prêt à fonctionner et de n'être pas limité pour la grandeur des vases comme on l'est pour les bains à chaud. De plus, il supprime l'emploi de la pile, et le poids d'argent déposé est toujours très-sensiblement proportionnel à la durée de l'immersion, ce qui permet de se rendre un compte assez exact de la valeur de l'argenture.

Enfin, le bisulfite de soude est un produit de peu de valeur et inoffensif.

Étamage au trempé.

En faisant dissoudre à chaud, dans 20 litres d'eau,
300 grammes alun ;
10 grammes protochlorure d'étain,

on obtient un bain qui peut donner un dépôt très-léger d'étain sur le fer et sur le zinc. Cette pellicule très-mince est impuissante à préserver le métal recouvert de l'oxydation et ne peut servir que pour des objets tout à fait communs ou comme complément de décapage avant l'immersion dans d'autres bains. On voit à l'Exposition une grande quantité d'agrafes et d'œillets métalliques étamés par ce procédé.

Antimoniage au trempé.

L'antimoine se dépose bien et avec une grande adhérence sur le cuivre et ses alliages et sans le secours de la pile dans la liqueur composée de : eau 10 litres, oxychlorure d'antimoine 20 grammes. La liqueur doit être légèrement acidulée à l'aide de l'acide chlorhydrique et employée bouillante. Les objets s'y recouvrent en quelques minutes d'une belle couche d'antimoine.

Cuivrage du zinc au trempé.

Le zinc qu'on destine à la dorure doit être d'abord revêtu d'une couche de cuivre assez épaisse. On a recours ordinairement pour cette opération à deux bains que l'on emploie successivement. Le premier, à base de cyanure de potassium, fonctionne à l'aide de la pile voltaïque, et l'objet reçoit dans ce premier bain une couche de cuivre suffisante pour le préserver de l'action acide du deuxième bain, qui n'est autre qu'une solution acide de sulfate de cuivre fonctionnant également à l'aide de l'électricité.

Le bain au cyanure de potassium est d'un emploi un peu onéreux relativement aux prix extrêmement bas que doivent atteindre aujourd'hui les objets en zinc doré que Paris livre au commerce en quantités très-considérables.

Il y aurait donc intérêt à remplacer par un bain au trempé le bain à la pile et au cyanure de potassium. C'est ce qu'on peut faire à l'aide du bain que je vais décrire et que j'ai expérimenté en public, pour la première fois, le 11 juin 1867, au cercle des ingénieurs des Arts et Manufactures.

On fait passer dans de l'ammoniaque ordinaire à 22° un courant d'acide cyanhydrique jusqu'à saturation, et on verse dans le liquide obtenu une solution ammoniacale d'un sel quelconque de cuivre. Il se forme ainsi un cyanure double de cuivre et d'ammonium extrêmement propre au cuivrage du zinc, à la condition qu'il reste toujours assez fortement alcalin.

Les proportions suivantes donnent les meilleurs résultats :

Cyanure d'ammonium liquide	1 kilogr.
Eau distillée	20 litres.
Acétate de cuivre	200 grammes.
Ammoniaque 22°	100 grammes.

Le cuivrage obtenu est d'une belle teinte rouge clair et présente une adhérence remarquable.

Cuivrage du fer au trempé.

Nous citerons pour mémoire une sorte de cuivrage employé pour les fils de fer auxquels on veut donner l'aspect de fils de cuivre, et pour quelques menus objets. Il consiste à immerger rapidement les objets dans une solution acide et étendue de sulfate de cuivre. Il se dépose une pellicule de cuivre très-mince à laquelle la filière donne un peu plus d'adhérence et d'éclat. Si l'immersion se prolongeait le fer serait attaqué par l'acide du bain, et le cuivre se trouverait réduit sous forme d'une boue d'un rouge brun sans aucune adhérence. C'est par ce procédé qu'ont été cuivrés les fils de fer exposés par différentes usines importantes dans la classe 40. Parmi les mieux réussis, on peut citer ceux de MM. Bouillon jeune et fils, de Limoges, et M. Wandel aîné, de Ferrière.

Des dépôts métalliques par voie de double affinité.

Nous désignons ainsi les dépôts qui s'effectuent dans certains liquides en présence de deux métaux, dont l'un se substitue au métal en dissolution pendant que l'autre reçoit le dépôt du métal qui était primitivement en dissolution.

Il y a en réalité une action galvanique résultant du contact de deux métaux au sein d'un liquide qui exerce sur eux une action chimique, mais dans la plupart des cas il semble se produire un phénomène spécial de nature plus particulièrement chimique, car les poids du métal dissous et du métal déposé ne sont pas en proportions atomiques équivalentes.

Presque tous les bains par simple immersion fonctionnent plus rapidement lorsqu'on y plonge une lame de zinc en même temps que l'objet à recouvrir, et en contact avec celui-ci.

D'autre part, presque tous les bains à la pile donnent un dépôt métallique dans les mêmes conditions, seulement ce dépôt est lent.

Deux procédés seulement présentent de réels avantages et sont sérieusement industriels, ce sont : l'étamage par le procédé Roseleur, et le cuivrage par le procédé Weill.

Cuivrage par le procédé de M. Frédéric Weill.

Ce procédé permet d'obtenir à froid un dépôt adhérent de cuivre sur le fer, la fonte et l'acier par une immersion plus ou moins prolongée dans un bain alcalino-organique au contact du zinc.

Le bain se compose d'un sel de cuivre maintenu en dissolution dans la soude caustique, grâce à la présence d'une matière organique telle que l'acide tartrique, le tartrate double de soude et de potasse, la glycérine ou l'albumine.

L'expérience a signalé, comme donnant les meilleurs résultats, les proportions suivantes :

Sulfate de cuivre	350
Sel de Seignette	1500
Soude caustique	800

ce qui correspond à 2 équivalents d'acide tartrique pour 1 équivalent de sel de cuivre.

En plongeant successivement les divers métaux pauvres dans cette dissolution, on observe des résultats très-différents qu'on peut résumer par les trois observationsque voici :

1° Les métaux dont les oxydes sont insolubles dans la soude caustique, ne se cuivrent que grâce au contact du zinc;

2° Les métaux dont les oxydes sont solubles dans l'alcali fixe et qui ne forment qu'un seul oxyde salifiable, se recouvrent d'une couche très-mince qui n'augmente pas avec la durée de l'immersion;

3° Les métaux qui peuvent former plusieurs oxydes salifiables solubles dans l'alcali fixe, ne se cuivrent pas dans la dissolution et la décomposent au contact du zinc en donnant un précipité de protoxyde de cuivre.

La conclusion pratique de ces observations, c'est que l'application vraiment importante du bain dont nous parlons consiste à déposer au contact du zinc sur le fer, la fonte et l'acier, une couche de cuivre adhérente de bonne nature et d'épaisseur variable à volonté suivant la durée de l'immersion.

On peut ensuite, si besoin est, épaissir cette couche dans le bain acide de galvanoplastie, car le métal est suffisamment protégé contre l'action de l'acide sulfurique du bain de galvanoplastie par cette première couche de cuivre.

Le fer et la fonte se décapent de la même manière pour ce bain que pour les autres ; il est à remarquer que le décapage se complète dans le bain lui-même, car l'oxyde de fer est soluble dans la solution alcalino-organique.

La durée de l'immersion varie de 3 à 72 heures. — Le bain s'entretient simplement avec du sulfate de cuivre, et, de temps en temps, de la soude caustique.— Le sel de Seignette n'est point décomposé et persiste dans le bain presque indéfiniment.

En faisant varier les proportions respectives de sel de cuivre et de tartrate double de soude et de potasse, de façon à ne plus avoir que 1 gramme d'acide tartrique pour 1 gramme de sel de cuivre, on n'obtient plus de bon cuivrage,

mais une série de colorations fort curieuses et persistantes qui se reproduisent toujours dans le même ordre savoir : orange, blanc, jaune clair, jaune d'or, rouge cramoisi, vert. Si on prolonge l'immersion après le vert, la pièce prend un aspect brunâtre peu agréable à l'œil. Ces diverses colorations peuvent être utilisées à la décoration des pièces de fonte qu'on emploie aujourd'hui en assez grande quantité pour l'ornementation architecturale ; elles résistent assez bien aux agents atmosphériques.

Le bain alcalino-organique peut dissoudre divers oxydes métalliques et donner des dépôts de métaux autres que le cuivre. L'action des bains composés avec divers oxydes se résume assez complétement dans les quelques lignes suivantes empruntées aux *Annales de physique et de chimie.*

« On dirait que les métaux des oxydes métalliques de la formule $m^2 o^3$, et qui en même temps sont susceptibles de former un protoxyde salifiable, peuvent être précipités sur le cuivre du sein de leur dissolution alcalino-organique au contact du zinc et sous l'influence de la chaleur, phénomène qui est alors accompagné d'un dégagement d'hydrogène. »

« Les métaux analogues qui ne forment qu'un sesquioxyde salifiable, tel qu'alumine et oxyde de chrôme, ne le sont pas. »

« Le cuivre est directement réduit de ses dissolutions alcalino-organiques par le fer, la fonte, l'acier, etc., sous forme de couche adhérente, au contact du zinc et à la température ordinaire. Sous l'influence de la chaleur ces métaux ne prennent au contraire que des colorations diverses qui ne résistent pas au gratte-bosse. »

L'action galvanique joue certainement un rôle dans le cuivrage ; mais il paraît établi qu'il est dû également en partie à une action plus spécialement chimique, car le zinc lui-même se recouvre de cuivre et l'action décomposante n'en continue pas moins. De plus il suffit d'une très-petite quantité de zinc et d'un petit nombre de points de contact pour que le dépôt s'effectue dans de bonnes conditions ; enfin la quantité de zinc dissous est loin d'être proportionnelle à celle du cuivre déposé.

On trouve dans la classe 40 diverses applications du procédé Weill ; on voit également dans le parc une statue de Diane cuivrée et bronzée par les mêmes procédés. M. Durenne a exposé, classes 22 et 40 des statuettes et des candélabres cuivrés par ce procédé et dont l'aspect est satisfaisant.

Lorsque nous aurons étudié les autres procédés de cuivrage et notamment les remarquables procédés de M. Oudry, nous les comparerons à ceux de M. Weill, et nous indiquerons quelles sont, suivant nous, les applications qui conviennent plus spécialement à l'un ou l'autre de ces procédés.

Étamage par voie de double affinité. — Procédé Roseleur et E. Boucher.

Ce procédé d'étamage, qui donne des résultats remarquables, a été breveté il y a quelques années par MM. Roseleur et Boucher ; il est aujourd'hui dans le domaine public, et rend de grands services à plusieurs industries. On trouve des spécimens de cet étamage dans un grand nombre de classes. Je citerai spécialement les produits de M. E. Boucher : fonte argentine (ustensiles de ménage) ; les épingles de M. Bohin (de Laigle) ; les agrafes de M. Gingembre, et diverses pièces exposées dans mon pavillon (classe 51 dans le parc), notamment une médaille de 80 centimètres de diamètre en fonte de la maison Collas, représentant l'empereur Napoléon III, et étamée dans les ateliers de M. Boucher avec une telle perfection qu'un grand nombre de visiteurs ont pris cet étamage pour de l'argenture.

Enfin nous donnerons une idée de l'efficacité de ce dépôt pour protéger la fonte, en disant que nous avons fait figurer, *sans les retoucher*, à l'Exposition de 1867, des pièces étamées par MM. Roseleur et E. Boucher, qui avaient obtenu le *Prize Medal* à Londres en 1862, et qu'elles étaient encore irréprochables.

Quant à la description du procédé, nous croyons ne pouvoir mieux faire que de laisser la parole à l'inventeur; nos lecteurs y gagneront assurément :

« Le bain propre à obtenir l'étamage peut varier à l'infini dans sa composition; mais voici deux formules qui atteignent rapidement et sûrement le but. Faisons remarquer cependant que nous préférons de beaucoup la seconde, qui n'a d'autre inconvénient que de reposer sur l'emploi d'un sel que tous les fabricants n'obtiennent pas toujours d'une composition bien régulière.

Première formule :

Eau distillée . . . . , ...		300 litr.
Crème de tartre		3 kil.
Protochlorure d'étain		300 gr.

On dissout le tout ensemble, et il en résulte une dissolution incolore, mais à réaction fortement acide, qui constitue le bain.

Deuxième formule :

Eau distillée		300 litr.
Pyrophosphate de potasse		6 kil.
Protochlorure d'étain acide		600 gr.
Le même, fondu	2 kil.	400 gr.

On dissout le tout en même temps sur un tamis métallique, et, après agitation, il reste un liquide clair qui est le bain.

L'une ou l'autre de ces dissolutions est disposée dans un tonneau défoncé par le haut et d'une capacité suffisante. Ce tonneau (fig. 9, pl. LXXIII) reçoit à la partie latérale de sa base, mais à des hauteurs différentes, les deux tubes d'un petit bouilleur de métal disposé sur un fourneau en contre-bas du fond de la cuve : le tube A qui affleure le fond du tonneau plonge, par son autre extrémité, presque au fond du bouilleur; le tube B, au contraire, celui qui pénètre plus haut dans la cuve, à 6 ou 8 centimètres du fond, part du sommet même du bouilleur; enfin, ce bouilleur porte encore un troisième tube en S qui sert à préserver l'opérateur d'une explosion, au cas où il y aurait une obstruction des tubes qui font communiquer le tonneau et le bouilleur. On comprend sans peine que les choses étant ainsi disposées, et le liquide remplissant la cuve et le bouilleur, si nous venons à chauffer ce dernier, le liquide qu'il contient se dilatant par la chaleur deviendra plus léger et montera au sommet de la cuve par le tube qui débouche le plus haut dans celle-ci, mais en même temps le vide sera comblé par une égale portion de liquide froid, et par conséquent plus lourd, qui rentrera de la cuve dans le bouilleur par le tube qui plonge au fond de celui-ci. Il s'établira donc ainsi un mouvement de circulation perpétuelle qui rapportera constamment les parties les plus froides dans le bouilleur, en même temps que les plus chaudes en seront chassées en vertu de leur densité moindre. Cette méthode n'a pas seulement pour but de chauffer le liquide, elle est surtout intéressante parce qu'elle tient le bain dans une agitation continuelle et renouvelle à mesure qu'elles s'appauvrissent d'étain les couches de liquide qui touchent les pièces à étamer.

S'il s'agit d'étamer de gros objets comme des vases culinaires en fonte, par exemple, on se contente, après les avoir décapés et rincés, de les jeter pêle-mêle dans le bain avec quelques fragments de zinc, ou mieux, avec quelques

spirales de ce métal : ces dernières ont l'avantage de tacher moins par leur contact les objets à étamer.

Si, au contraire, on a affaire à de très-petits objets, comme épingles, agrafes, clous, etc., on les dispose en lits de 2 ou 3 centimètres d'épaisseur sur des plaques de zinc percées de petits trous qui permettent l'échange du liquide, et entourées d'un rebord pour que les articles qu'elles contiennent ne puissent rouler au dehors. Ces plaques sont descendues dans le bain à l'aide de chaînes numérotées pour qu'on puisse les sortir en sens inverse de leur introduction. Ces plaques doivent être grattées et décrassées quand besoin est.

La durée de l'opération peut varier de une heure à trois, après quoi on retire le tout pour introduire dans le bain 250 grammes de pyrophosphate et autant de protochlorure d'étain fondu. Pendant la dissolution de ces sels, on a gratte-bossé les gros objets ou remué les petits avec une fourchette ou trident de fer pour changer les points de contact; et on introduit de nouveau le tout au bain encore pendant deux heures au moins; il faut ces deux immersions successives et ce temps minimum pour faire un étamage convenable. Il ne reste plus qu'à gratte-bosser de nouveau les gros objets si on les veut brillants; à baqueter ou sasser les petits et à sécher le tout à la sciure de sapin bien sèche et chaude pour que l'opération soit terminée.

Si l'on aperçoit que le dépôt d'étain, quoique abondant, est gris et terne, on charge une ou deux fois le bain avec du protochlorure d'étain acide ; si, au contraire, le dépôt devient très-blanc, mais boursoufflé et sans adhérence ni épaisseur, on supprime le sel acide et on le remplace par le desséché. On peut, dans ce cas aussi, diminuer la dose de sel d'étain et augmenter celle de pyrophosphate.

Lorsqu'un bain d'étamage a longtemps fonctionné, il faut avoir soin de le décanter pour en séparer le pyrophosphate de zinc qui s'est formé. Lorsqu'il est, après quelques années, tout à fait hors de service par suite d'une profonde altération des sels, il doit être mis dans des baquets dits de *conservation*, parce qu'après le décapage on y conserve les pièces qu'on destine à l'étamage. »

Des dépôts galvaniques en couches minces.

Nous abordons maintenant la partie la plus importante de l'hydroplastie, tant par l'admirable variété des produits qu'elle permet d'obtenir que par l'immense quantité d'objets qu'elle livre au commerce, après avoir donné aux métaux vils l'éclat et l'aspect des métaux précieux. La dorure et l'argenture sont les plus importants de ces dépôts métalliques, et il ne sera peut-être pas sans intérêt d'examiner les transformations successives qui ont amené cet art au degré de perfection où nous le voyons aujourd'hui, et qu'il semble impossible de dépasser.

A peine Volta avait-il inventé l'admirable instrument qui l'a illustré, qu'on essaya d'appliquer la pile à la décomposition des dissolutions métalliques.

Volta lui-même, Nicholson et Cruikshank avaient appliqué la pile à la précipitation des métaux, mais sans songer à les obtenir dans l'état spécial qui constitue les qualités d'un bon dépôt métallique. Ils avaient obtenu des dépôts pulvérulents lamelleux ou cristallins, mais point de couches continues et adhérentes.

Brugnatelli, élève de Volta, puis son collègue à l'Université de Pavie, obtint le premier, en 1802, un dépôt d'or et d'argent offrant l'aspect d'une couche régulière et uniforme, comme il convient à la dorure et à l'argenture. Brugnatelli parvint même à déposer le platine; mais ce métal était réduit à l'état de

poudre très-fine, qui ne prenait de l'éclat et de l'adhérence que par le frottement.

Les dissolutions à l'aide desquelles opérait Brugnatelli étaient alcalines : c'étaient des ammoniures d'or, d'argent ou de platine, c'est-à-dire les produits que l'on obtient en traitant par l'ammoniaque les chlorures d'or et de platine, ou l'azotate d'argent.

Il y a bien de l'obscurité dans les descriptions que donne Brugnatelli de la méthode qu'il employait, et même une lacune importante, car il ne dit pas dans quel dissolvant il opérait avec l'ammoniure d'or, qui est insoluble dans l'eau distillée. Quoi qu'il en soit, voici comment procédait le chimiste italien, d'après le *Journal de Physique et Chimie* de Van Mons :

« La méthode la plus expéditive de réduire à l'aide de la pile les oxydes métalliques dissous est, dit-il, de se servir à cet effet de leurs ammoniures : c'est ainsi qu'en faisant plonger les extrémités de deux fils conducteurs de platine dans de l'ammoniure de mercure, on voit en peu de temps le fil du pôle négatif se couvrir de gouttelettes de ce métal... »

« J'ai dernièrement doré d'une manière parfaite, dit le même chimiste dans un autre journal, deux grandes médailles d'argent, en les faisant communiquer à l'aide d'un fil d'acier avec le pôle négatif d'une pile de Volta, en les tenant l'une après l'autre dans des ammoniures d'or récemment préparés... »

MM. Barral, Chevalier et Henri, voulant essayer de reproduire les opérations de Brugnatelli, en suivant ses indications, n'ont obtenu que des résultats très-imparfaits, et on ignore la nature du dissolvant qu'employait le savant italien.

Toutefois, comme rien ne peut faire croire que Brugnatelli ait voulu en faire un mystère, on est conduit à supposer que ce dissolvant se trouvait être le liquide lui-même, dans lequel l'ammoniure était précipité. En effet, si l'on prend une dissolution d'or dans l'eau régale, et que, sans l'évaporer pour chasser l'excès d'acide, on y verse un excès d'ammoniaque, on obtient bien le précipité d'ammoniure d'or ; mais ce précipité se redissout en partie, surtout par l'action de la chaleur, dans les sels ammoniacaux qui se sont formés. Il est donc probable que la dissolution de Brugnatelli était du chlorure double d'or et d'ammonium, et non de l'ammoniure d'or.

Le problème de la dorure était peut-être résolu au point de vue scientifique ; mais il était loin de l'être en pratique, et de longues années s'écoulèrent sans qu'on en fît aucune application sérieuse.

En 1825, M. de la Rive, à Genève, reprit les expériences de Brugnatelli, et essaya de décomposer le chlorure d'or par la pile. Le succès ne couronna pas ses efforts, et il ne réussit à dorer que le platine, seul métal, en effet, qui ne soit pas attaqué sensiblement à froid par le chlore mis en liberté par la décomposition du chlorure d'or.

Ce n'est qu'en 1840, c'est-à-dire après les travaux de M. Becquerel sur l'application des décompositions électro-chimiques au traitement des minerais, que M. de la Rive réalisa l'idée d'employer l'appareil simple pour l'application de l'or sur les métaux.

Voici comment procédait le chimiste de Genève :

Une solution d'or très-étendue est placée dans un cylindre de baudruche, qui plonge lui-même dans un vase rempli d'eau acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique. On fait plonger dans le vase extérieur une lame de zinc qui communique par un fil métallique à l'objet à dorer, qu'on plonge dans le cylindre de baudruche. La dissolution d'or doit être aussi neutre que possible, et il faut opérer avec un courant très-faible. Malgré ces précautions, la dorure est

loin d'être parfaite, et ce procédé présente plusieurs inconvénients : les principaux sont le peu d'adhérence de l'or et la perte notable de métal par suite du contact de la dissolution d'or avec la baudruche, et de l'endosmose qui se produit peu à peu à travers la membrane et fait que l'or se précipite sur le zinc.

Il fallait donc trouver une meilleure méthode si l'on voulait faire de la dorure galvanique un art capable de rendre quelques services à l'industrie. M. Elsner démontra que le défaut d'adhérence tenait à l'acidité de la liqueur aurifère, et M. Boettger, mettant ces observations à profit, parvint à dorer dans du chlorure double d'or et de potassium.

Mais la solution complète du problème et la première application véritablement pratique de la dorure à la pile est due à MM. Elkington, de Birmingham.

Le 29 septembre 1840, M. Henri Elkington prit un brevet pour la dorure du cuivre à l'aide d'une dissolution d'oxyde d'or dans du prussiate de potasse. Au début il employa l'appareil simple à la production du courant galvanique. Son appareil ne différait guère de celui de M. de la Rive qu'en ce qu'il avait substitué à la baudruche un vase en terre poreuse.

M. Richard Elkington prenait à la même époque un brevet pour l'application de l'argent, à l'aide du courant galvanique, et d'une solution de chlorure d'argent dans le prussiate de potasse.

La dorure et l'argenture électro-chimiques étaient dès lors découvertes et allaient bientôt prendre une importance industrielle considérable.

M. de Ruolz vint ensuite et employa l'appareil composé et un grand nombre de dissolutions, dont les principales sont :

Le cyanure d'or dissous dans le cyanure simple de potassium,
Le cyanure d'or dans le prussiate jaune ;
Le cyanure d'or dans le prussiate rouge ;
Le chlorure d'or dans les mêmes cyanures ;
Le sulfure d'or dans le sulfure de potassium.

M. de Ruolz chercha également à déposer d'autres métaux, et réussit notamment à déposer du laiton par voie électro-chimique.

Si donc on a donné à tort à M. de Ruolz le mérite de la découverte de l'argenture et de la dorure électro-chimique, puisqu'il avait été précédé de plusieurs mois par MM. Elkington, il serait injuste de lui refuser le mérite d'avoir cherché à perfectionner et à généraliser les procédés des manufacturiers anglais.

MM. Roseleur et Lanaux parvinrent à obtenir le platine en douches adhérentes et d'épaisseur facultative, et M. Roseleur appliquant les phosphates et les sulfites à la dissolution de divers oxydes métalliques, rendit tout à fait pratiques la plupart des opérations de l'électro-métallurgie.

Bien d'autres chimistes concoururent à amener cette belle science au degré de perfectionnement qu'elle a atteint, mais ce que nous avons dit suffira, nous l'espérons, pour donner une idée juste de son histoire, et nous nous occuperons, dès à présent, des procédés employés aujourd'hui dans la pratique industrielle, après avoir dit quelques mots des piles électriques les plus généralement usitées.

Piles.

Il ne se passe presque pas de jour qui ne voit surgir un *inventeur* prônant une nouvelle pile douée de toutes les qualités imaginables. Par malheur, vérification faite, il est rare qu'on trouve même un progrès, si mince qu'il soit, et ce résultat négatif surprendra peu si l'on songe que la plupart de ces prétendus inventeurs sont étrangers aux plus simples notions de la physique et de la chimie. En

résumé, malgré le très-grand nombre de piles de divers systèmes qu'on trouve aujourd'hui, il n'en est guère que trois qu'on applique généralement aux dépôts métalliques; ce sont : La pile de Bunzen, la pile de Smée modifiée et la pile de Daniell à ballons.

La pile de Bunzen s'emploie toutes les fois qu'on a besoin d'un courant énergique. C'est de beaucoup la plus employée, malgré les inconvénients qu'elle présente, et dont les principaux sont : un entretien coûteux, l'emploi de l'acide nitrique, qui donne des vapeurs nitreuses désagréables; son peu de durée.

Il est à peine besoin de décrire cette pile, que tout le monde a eue entre les mains, et que représente la figure 10 (pl. LXXIII).

On voit qu'elle se compose d'un vase extérieur en grès ou porcelaine, d'un cylindre de zinc, d'un vase poreux en porcelaine dégourdie, et enfin d'un charbon de cornue. Dans le vase poreux on met de l'acide nitrique ordinaire, et dans le vase extérieur de l'eau acidulée, avec 2 à 3 centièmes d'acide sulfurique, et contenant un sel de mercure (1 à 2 pour 100) destiné à amalgamer le zinc.

On réunit les éléments en batterie en faisant communiquer le charbon du premier élément avec le zinc du deuxième, et ainsi de suite (fig. 11, pl. LXXIII).

Il reste un zinc libre à une extrémité et un charbon libre à l'extrémité opposée; les objets à recouvrir seront mis en communication avec le zinc (pôle négatif) et l'acide avec le charbon (pôle positif).

La pile de Smée modifiée s'emploie surtout pour les dépôts de galvanoplastie proprement dite; elle est moins énergique que la pile de Bunzen, mais d'un emploi plus commode et d'un entretien moins coûteux.

Elle se compose, comme on le voit par la simple inspection de la figure 12 (pl. LXXIII), d'une auge en gutta-percha, portant intérieurement trois rainures verticales. Dans une de ces rainures se trouvent des plaques de charbon de cornue; les deux autres reçoivent des lames de zinc. Pour faire fonctionner cette pile, il suffit de remplir le vase d'eau saturée de sel marin, ou acidulée d'un vingtième d'acide sulfurique.

Quelquefois, surtout pour les appareils de grande dimension, on remplace le charbon de cornue par des lames de cuivre argenté et platiné.

La figure 13 (pl. LXXIII) représente une batterie de Daniell qui, grâce à une heureuse modification, peut donner pendant plusieurs mois, un courant constant, sans exiger aucun soin.

La figure 14 montre la disposition d'un élément de cette pile, qui se compose :

1° D'un vase cylindrique en grès ou porcelaine ;
2° D'un cylindre de zinc muni d'un long ruban de cuivre rouge ;
3° D'un cylindre poreux en porcelaine dégourdie;
4° D'un ballon de verre rempli de cristaux de sulfate de cuivre et bouché d'un liége portant latéralement deux encoches.

Il suffit de remplir d'eau le vase poreux et le ballon, et d'eau acidulée le vase extérieur, pour mettre la pile en fonctionnement.

Cette pile convient surtout pour la dorure de très-petites pièces, telles que les mouvements de montre, et pour les opérations où on n'a besoin que d'un faible courant.

Enfin nous citerons une pile d'invention récente due à M. Léclanché et qui donne de bons résultat, surtout comme durée et régularité du courant. Elle se compose : 1° D'un vase extérieur en verre contenant du sable, du chlorhydrate d'ammoniaque et un très-petit cylindre de zinc; 2° D'un vase poreux contenant du bioxyde de manganèse aggloméré par une dissolution gommeuse et dans lequel plonge une lance de cuivre.

Dorure galvanique.

La dorure galvanique se fait soit à chaud, soit à froid : à chaud pour les objets de petite et moyenne dimension, comme la bijouterie, les couverts, couteaux, flambeaux, etc. ; à froid, pour les objets de grande dimension, comme pendules, lustres, candélabres, en un mot, pour la grosse orfévrerie.

On a longtemps cru que la dorure faite à chaud est moins résistante que celle que l'on obtient à froid.

La vérité est au contraire qu'*à égale quantité d'or* la dorure à chaud est beaucoup plus solide que la dorure à froid. Ce qui a accrédité cette erreur, c'est que la plupart des dorures à chaud s'appliquant à des objets de peu de valeur, on a dû se contenter de déposer une petite quantité d'or, et qu'en opérant à froid il faut une plus grande quantité d'or pour donner à l'objet un aspect satisfaisant.

Voici les deux formules les plus employées pour les bains de dorure à froid :

Eau distillée.	3 litres.
Cyanure de potassium pur.	30 grammes.
Or vierge (en chlorure).	10 grammes.

On prépare ce bain en faisant dissoudre séparément le chlorure d'or bien neutre et le cyanure de potassium, et en versant la première dissolution dans la seconde.

Ce bain, surtout lorsqu'il est récemment préparé, est assez mauvais conducteur, et je lui préfère la deuxième formule, qui donne des résultats plus réguliers :

Eau distillée.	3 litres.
Cyanure de potassium pur.	25 grammes.
Carbonate de potasse.	100 grammes.
Ammoniure d'or provenant de 10 grammes d'or.	

L'ammoniure d'or se prépare en versant dans une dissolution de chlorure d'or un excès d'ammoniaque pure. — On recueille le précipité sur un filtre, on le lave, et sans laisser sécher, car ce composé est détonnant, on jette le filtre dans la solution de cyanure de potassium qu'on a préparée d'avance ; on fait bouillir une heure et on filtre pour séparer le papier du premier filtre. On ajoute alors la quantité d'eau suffisante pour faire 10 litres, et on peut opérer dès que le bain est froid.

On dispose ordinairement les bains d'or à froid dans des auges en bois, doublées de gutta-percha, et ayant la forme indiquée dans la figure 15 (pl. LXXIII).

Le pôle positif est mis en contact avec une lame d'or ou de platine, pendant que le pôle négatif communique avec une galerie en cuivre supportant les objets destinés à la dorure.

Il arrive quelquefois que les objets dorés à froid présentent une teinte peu satisfaisante ; on peut remédier à cet inconvénient soit en trempant l'objet doré dans une dissolution de nitrate de mercure et le soumettant à l'action de la chaleur, soit en le barbouillant d'une bouillie de borax, chauffant et lavant dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

Nous conseillons, pour éviter les chances d'insuccès, de recourir, toutes les fois que cela sera possible, aux bains de dorure à chaud.

Voici deux formules qui donnent d'excellents résultats ; toutefois, nous préférons la seconde à cause de la régularité de résultats qu'elle donne, et aussi parce qu'elle permet de déposer une très-faible couche d'or, si on le désire, tout en donnant un très-bel aspect à la pièce.

Première formule.

Eau distillée.	100 litres.
Or en chlorure.	180 grammes.
Cyanure de potassium pur.	300 grammes.
Carbonate de potasse.	150 grammes.

Deuxième formule.

Eau distillée.	10 litres.
Phosphate de soude.	500 grammes.
Bi-sulfite de soude.	150 grammes.
Cyanure de potassium pur.	10 grammes.
Or (en chlorure d'or).	10 grammes.

Ces bains s'emploient presque bouillants et avec une anode de platine; on les entretient en y ajoutant de temps en temps une solution composée de 20 gram. de cyanure de potassium pour 10 gram. d'or, transformé en ammoniure, le tout dissous dans un litre d'eau.

On peut dorer, dans ces bains, le cuivre et ses alliages, tels que le bronze et le laiton. On y dore également bien l'argent et le platine ; mais pour le fer, la fonte et l'acier, il convient d'employer un bain ainsi composé :

Eau distillée.	10 litres.
Or (en chlorure d'or)..	20 grammes.
Cyanure de potassium.	10 grammes.
Phosphate de soude.	1200 grammes.
Bi-sulfite de soude.	1200 grammes.

Il est mieux de cuivrer les objets avant de les mettre au bain. On devra aussi cuivrer l'étain, le plomb et le zinc avant de les soumettre au bain de dorure, et on emploiera pour cela les bains alcalins, que nous décrirons bientôt. L'aluminium, au contraire, ne se cuivre bien que dans le bain acide de sulfate de cuivre.

On conçoit aisément que, si parfaite que puisse être la méthode de dorure que nous venons d'indiquer, elle exige, dans certains cas, des précautions ou des dispositions particulières pour la dorure de certains objets.

C'est ainsi que, dans la fabrication du *trait* ou fil fin d'argent ou de cuivre doré, on emploie la disposition que représente la planche LVI.

Le *trait* est employé à la fabrication de la passementerie et constitue une branche d'industrie importante, exploitée surtout à Lyon.

Il suffira de lire la légende pour comprendre toute l'opération.

A Fourneau.
B Chaudière en fonte émaillée.
C Broche supportant les bobines.
D Tige en cuivre faisant communiquer les fils avec le pôle négatif.
EE Galets en ivoire ou porcelaine.
GG Fils de platine servant d'anodes.
HH Bobines folles.
II' Cuves contenant l'une une solution de cyanure, l'autre de l'eau pour rincer les fils.
K Rouleaux garnis de vieux calicot pour essuyer les fils.
L Tube chauffé, où les fils se sèchent.
M Bobines mises en mouvement par la manivelle N et destinées à recevoir les fils dorés.

Après la dorure, le fil passe à la filière ou au laminoir, suivant qu'on veut le laisser rond ou l'aplatir.

La dorure des mouvements de montre exige également des préparations spéciales; pour le détail de cette opération qui se fait surtout en Suisse et dans le Jura, nous renverrons à l'excellent ouvrage de M. Roseleur[1]. Nous nous contenterons ici de dire que la préparation consiste en une argenture nommée *grainage*, qui donne à la pièce une apparence légèrement mate d'un effet très-agréable.

Cette argenture se fait en frottant les pièces à l'aide d'une brosse rude, avec le mélange suivant :

Poudre d'argent	30	grammes.
Sel marin	400	—
Crême de tartre	120	—

Cette formule est une de celles qui sont employées dans les ateliers de M. Pinaire, de Besançon. On dore ensuite la pièce dans le bain de dorure ordinaire. A Paris ce genre de dorure est exécuté avec une grande perfection par M. Bressoud.

Pour terminer ce que nous avons à dire de la dorure galvanique, il ne nous reste plus à parler que d'un procédé de dorure, qui tient à la fois de la dorure au mercure et de la dorure à la pile; je veux parler d'un procédé de M. H. Dufresne, auquel le jury a cru devoir décerner un *grand prix*.

La dorure au mercure présente, comme on sait, de grands dangers pour la santé des ouvriers, parce qu'ils sont constamment exposés à l'action des vapeurs mercurielles pendant l'opération. En effet, pour que la dorure présente sur toutes les parties de la pièce la même épaisseur et le même aspect, l'ouvrier doit sans cesse retourner la pièce sur le feu destiné à chasser le mercure par volatilisation et la frapper en tous sens avec la *brosse à doreur*. Il s'ensuit que malgré le perfectionnement introduit dans le tirage des hottes par M. Darcet, les ouvriers absorbent des doses de vapeurs mercurielles assez abondantes.

D'autre part, dans certains cas on ne trouve pas que la dorure galvanique offre assez d'épaisseur et de solidité, et on veut avoir recours au mercure. C'est alors que le procédé de M. H. Dufresne peut rendre des services; voici en quoi il consiste : On prépare un bain neutre de mercure, à l'aide du nitrate de mercure neutralisé par du carbonate de soude et additionné de cyanure de potassium, et on soumet dans ce bain la pièce à l'action d'une pile électrique. Elle se recouvre d'une épaisse couche de mercure. On la dore alors par un des moyens ordinaires. Après avoir déposé une épaisse couche d'or, on replonge la pièce dans la dissolution de mercure. On évapore ensuite le mercure par l'action de la chaleur, sans avoir besoin de frotter la pièce à la brosse, comme dans la dorure ordinaire au mercure.

Ce procédé en lui-même présente quelques avantages au point de vue hygiénique, bien qu'il devienne nécessaire de procéder comme d'habitude pour *égaliser* la dorure dès qu'on veut obtenir une couche épaisse d'or et que par suite on a amalgamé fortement l'objet; mais ce qui paraît surprenant, et je dirai même incroyable, c'est que cette *découverte* ait obtenu un *grand prix* en raison de sa nouveauté. Si le jury n'avait été formé que de savants français, cela serait moins étonnant, car nous avons l'habitude, sans doute par excès de patriotisme, de ne pas croire au progrès s'il ne s'accomplit en France, et de rester trop souvent étrangers à ce que font les autres peuples, mais qu'un jury *international*

1. *Manipulations hydroplastiques*, chapitre XXI.

ait décerné la plus haute récompense possible, en 1867, à une *découverte* décrite explicitement dans les *Annales de chimie*, de Saint-Pétersbourg, dès 1851, c'est ce qui a surpris tous les gens qui s'occupent d'électro-chimie. L'intérieur tout entier de la cathédrale du Sauveur, à Moscou, a été doré, en 1851, par les soins du duc de Leuchtemberg, qui dirigeait l'*Institut galvanique* de Saint-Pétersbourg.

Je me hâte de dire que M. Dufresne a renoncé à exploiter exclusivement son procédé et qu'il l'a laissé dans le domaine public; c'est certainement là la partie la plus digne d'éloges de ses *procédés.*

Les spécimens les plus remarquables de dorure qu'on rencontre à l'Exposition sont : Les magnifiques pièces d'orfévrerie de la maison Christofle et Cie, les objets d'art religieux de la maison Poussielgue-Rusand, les dorures sur zinc et aluminium de la maison Mourey, les dorures sur zinc de M. Charles, la bijouterie dorée exposée cl. 40, par M. Besançon et M. Hamelin, et cl. 36, par MM. Clavier et Husson; les dorures sur aluminium et bronze d'aluminium de M. Paul Morin. Dans l'exposition anglaise on remarque aussi l'orfévrerie dorée de MM. Elkington; dans la partie russe celle de M. Sasikoff, et dans la partie prussienne celle de MM. Sy et Wagner. La dorure du *trait* a été surtout pratiquée avec succès par M. Gérard, M. Bocuz et M. Buchet, de Lyon.

XXXVI

BOULANGERIE ET PATISSERIE

PAR M. HENRI VILLAIN.

(Planches LXXI et LXXII.)

(EXPOSITION UNIVERSELLE, CLASSE 68)

I

HISTORIQUE.

Le pain est un de ces produits de l'industrie que tout le monde consomme et qui n'étonne personne. C'est cependant l'aliment par excellence. Provenant de la classe des végétaux les plus propres à la nourriture de l'homme, il peut remplacer, au besoin, tous les autres aliments. Notre mot français pain vient d'un mot latin qui, lui-même, d'après Cicéron, dérive d'un mot grec qui signifie *tout*; les Hébreux le nommaient *lekem*, expression qui, dans leur langue a la même signification.

L'origine de la panification remonte aux patriarches. Abraham dit à Sarah : « Pétrissez trois mesures de farine et faites cuire des pains sous la cendre. » On lit également dans la Genèse que Melchisedech [1], roi de Salem et prêtre du Très-Haut, bénit Abraham à son retour de Sodome et lui offrit du pain et du vin.

L'Exode nous apprend que les Israélites [2] qui manquaient de nourriture dans le désert de Sin, murmurèrent contre Moïse et Aaron : « Que ne sommes-nous morts en Égypte, disaient-ils, où nous pouvions, du moins, nous rassasier de pain. » Et dans le livre de Judith on voit qu'Élie [3], après avoir rempli une mission auprès d'Achab, fils et successeur d'Amri, roi d'Israël, se retira dans une grotte du côté du Jourdain, où il fut nourri par des corbeaux qui lui apportaient du pain et de la chair deux fois par jour.

Mais ces pains différaient beaucoup du nôtre aussi bien pour la forme que pour la matière. Il fallut un temps très-long, même après que les hommes eurent eu l'idée de ranger en sillons réguliers les grains de même espèce, même après avoir inventé la meule, pour qu'on arrivât à découvrir ce qui fait l'essence du pain actuel, c'est-à-dire le levain.

L'Asie, peuplée avant les autres parties du monde, dut trouver et perfectionner avant elles les arts de nécessité première. Deux Béotiens y apprirent, dans un voyage, celui de faire le pain. Ils en apportèrent le secret dans leur patrie, où leurs concitoyens, par reconnaissance, leur dressèrent à chacun une statue.

1. 2281 ans avant Jésus-Christ.
2. 1645 ans avant Jésus-Christ.
3. 900 ans avant Jésus-Christ.

De la Béotie, cet art passa dans la Grèce qui le perfectionna singulièrement, et de la Grèce il passa dans la Gaule avec cette colonie de Phocéens qui vint y fonder Marseille. Les Égyptiens attribuaient à Menès, leur premier roi, l'invention du pain, des moulins, de la charrue et de tous les instruments du labourage. L'art de faire le pain a subi le sort de tous les autres arts. Il a pris naissance d'abord chez les peuples policés et il s'est répandu ensuite lentement et par degrés dans chaque pays où la civilisation pénétrait. Ce fut seulement 168 ans avant Jésus-Christ, et l'an 585 de la fondation de Rome, que les Romains, à leur retour de Macédoine, amenèrent les boulangers grecs en Italie.

Le plus souvent, dans le principe, on se contentait de faire griller les grains et on ne les pulvérisait qu'après la torréfaction. Avec cette farine grossière on faisait de la bouillie, des sortes de puddings dans la confection desquels entraient des œufs, de la graisse, du safran, du miel, etc. Longtemps, au dire d'Apulée, les pains d'Athènes jouirent d'une grande renommée. La profession de boulanger était, à cette époque, fort honorée. On fonda à Rome un collége de boulangers qu'on dota fort bien; ils pouvaient devenir sénateurs. Mais, malgré ces honneurs, les premiers boulangers n'étaient que des pâtissiers ou des fabricants d'espèces de biscuits de mer. Il est probable qu'un reste de pâte sucrée, oubliée pendant quelques jours, se mit à fermenter, et que mêlé à de la bonne pâte nouvelle il lui communiqua cette fermentation, ou bien qu'un hasard fit ajouter à la pâte du moût de raisin dont il fut facile de reconnaître les bons effets. Quoi qu'il en soit, le levain fut trouvé, étudié, perfectionné et la boulangerie fut définitivement constituée. Le pain devint alors d'un usage si général, même dans les classes les moins aisées de la population, que chez tous les peuples et chez tous les souverains, l'idée de la réglementation naquit et s'implanta. Aucune profession n'a été, en effet, plus surveillée, plus délimitée, et n'a donné naissance à autant de lois.

La France eut, dès la naissance de la monarchie, des moulins à bras et à eau, des marchands de farines et des boulangers appelés d'abord pistores, puis panetiers, talmeliers et enfin boulangers, probablement parce que les pains avaient la forme de boules.

Fabrication.

L'art de la boulangerie est le but final de la production et de la mouture du blé. Ce grain n'a conquis sa grande importance que parce que la farine qui en provient se convertit en pain, base principale de la nourriture des populations sur tout le continent européen. La panification est donc un art de première nécessité. Autrefois, le pain se fabriquait dans la plupart des ménages avec plus ou moins d'habileté. On confiait le blé au moulin voisin qui vous renvoyait, avec plus ou moins de fidélité, la quantité de farine et de sons produits; le tout se blutait à la maison; les ménagères faisaient la pâte et chauffaient le four. Aujourd'hui ces habitudes se sont beaucoup restreintes, même dans les campagnes. Il est peu de villages où il n'y ait pas un ou plusieurs boulangers suivant l'importance de la population.

Le pain est le résultat de la cuisson d'une pâte faite avec de l'eau et de la farine de céréales. Le plus souvent la farine employée provient du blé froment; mais les autres céréales, seigle, orge, avoine, etc., donnent également des farines panifiables. Le seigle est encore assez généralement employé dans nos campagnes; l'orge est beaucoup employée en Allemagne et en Espagne. L'introduction des farines d'avoine donne des pains tout à fait inférieurs.

La théorie de la fabrication du pain a été, depuis quelques années, parfaite-

ment élucidée, grâce aux consciencieux travaux de MM. Boussingault, Payen, Péligot, Millon, Reiset, Barral, Mège-Mouriès, éclairés déjà eux-mêmes par les travaux antérieurs de Proust, Davy, Vauquelin, Einhoff, Braconnot, Vogel. En s'aidant des résultats obtenus par les savants, plusieurs praticiens distingués, dont nous aurons à citer les noms dans le cours de ce travail, complétement dévoués à l'art de la panification, ont tenté d'appliquer les principes de la mécanique à cette industrie qui, jusqu'alors, n'avait employé que les bras de l'homme. Grâce à des efforts persévérants on peut dire qu'aujourd'hui la solution du problème est complète, et que l'industrie de la boulangerie n'a plus rien à envier aux autres industries.

Nous allons d'abord exposer les principes de la fabrication du pain; puis nous passerons en revue les différentes améliorations qui ont été apportées à cette industrie, et les établissements qui la représentaient à l'Exposition universelle de 1867.

Après l'eau, qui est en proportion variable selon l'espèce de blé et selon les années, mais dont la proportion est toujours comprise entre 12 et 18 p. 100, on trouve dans les farines de froment :

1° Des matières azotées insolubles dans l'eau, dont le gluten est le type.	12 à 13 p. 100.
2° Des matières azotées solubles dans l'eau, dont l'albumine est le type.	2 p. 100.
3° Des matières non azotées insolubles (amidon, 60 p. 100; matière grasse, 1 p. 100; un peu de cellulose).	61 à 62 p. 100.
4° Des matières non azotées solubles (dextrine et un peu de matière sucrée).	8 p. 100.
5° Des substances minérales (phosphate de chaux et de magnésie, sels de potasse, de soude, silice).	1 à 2 p. 100.

Une condition essentielle pour que tous les éléments de la farine puissent servir à notre alimentation, c'est que ces éléments soient tous assimilables à notre économie, en d'autres termes qu'ils deviennent tous solubles. La panification a précisément pour but de préparer cette dissolution en agissant principalement sur le gluten et sur l'amidon. Par l'imbibition dans l'eau, on fait gonfler les grains d'amidon; on les fait crever par la cuisson. Par la fermentation, on détend le gluten, qui est plastique, et on lui fait occuper une très-grande surface, de manière que les liquides de l'estomac puissent plus facilement l'attaquer. Ainsi la fabrication du pain comprend trois opérations distinctes : l'imbibition, qui se fait à l'aide du pétrissage; la fermentation, destinée à ôter aux pâtes leur compacité; la cuisson, précédée de l'apprêt des pâtes, destinée à donner à ces dernières les formes exigées par les usages du commerce.

Les matières organiques non azotées servent principalement à notre respiration, et les matières azotées servent plus particulièrement à la rénovation de nos tissus organiques. Comme on peut remplacer les matières respiratoires par beaucoup de substances, par l'alcool des boissons, par le sucre, etc., c'est surtout à la richesse en matières azotées que le boulanger doit s'arrêter dans le choix des farines qu'il emploie. La richesse des farines en gluten a encore un autre avantage, c'est de donner aux pâtes plus de plasticité. Dans le but de déterminer rapidement cette richesse, on a inventé divers appareils que nous n'avons pas à décrire ici; les plus parfaits sont l'aleuromètre de M. Boland, et l'appréciateur de M. Robine.

Les phases successives de l'opération dont le but est de convertir la farine en pain sont donc, d'après ce que nous avons expliqué plus haut : l'hydratation, le pétrissage, la fermentation, l'apprêt et la cuisson.

En hydratant la farine, on dissout la dextrine et la matière sucrée, dont les proportions augmentent par la réaction de quelques traces de diastase sur l'amidon hydraté; on dissout également une partie de l'albumine, de la caséine et des sels; on pénètre d'eau les principes insolubles : amidon, glutine et fibrine. La farine pétrie avec de l'eau produirait une pâte compacte qui donnerait un pain très-lourd; mais en ajoutant un levain, le ferment détermine des réactions entre les éléments et la glucose, qui donnent naissance à de l'acide carbonique et à de l'alcool. L'acide carbonique, qui est gazéiforme, augmente le volume de la pâte qui se gonfle et s'allége par les vides nombreux qu'occasionne le gaz retenu par le gluten. L'usage du levain est fort ancien, puisqu'à certaines époques les Hébreux faisaient usage de pains azymes, c'est-à-dire sans levain. Sa découverte a dû être l'effet du hasard. De la pâte aigrie se sera trouvée mêlée accidentellement à de la pâte fraîche, et l'on aura observé les heureux résultats de ce mélange. Les Gaulois furent les premiers qui le remplacèrent par la levure de bière.

En terme de boulanger, on appelle levain une portion de pâte prélevée à la fin de chaque opération, et dans laquelle l'influence de l'eau et de l'air a déterminé la formation du ferment. On peut le remplacer, pour la première opération, et soutenir son énergie pour les opérations suivantes, par la levure de bière, qui agit plus vivement : employée en trop forte proportion, cette dernière substance communiquerait au pain une partie de l'amertume et de l'odeur spéciale de la bière et surtout du houblon.

Il faut placer le levain dans un endroit où la température soit uniforme et douce. On le laisse sept ou huit heures, pendant lesquelles il augmente graduellement de volume et dégage une légère odeur alcoolique. On obtient ainsi le *levain chef*. On le pétrit alors avec une quantité d'eau et de farine suffisante pour doubler son volume, tout en conservant le mélange à l'état de pâte ferme : le résultat est le *levain de première*. Six heures après ce travail, on renouvelle le levain par une addition d'eau et de farine, qui double encore son volume, et l'on obtient le *levain de seconde*. Enfin une dernière addition, qui double encore son volume, et une manipulation faite avec soin, semblable aux précédentes, donne le *levain de tous points*, dont le volume, en hiver, égale la moitié à peu près de la pâte nécessaire pour une fournée, et, en été, égale seulement le tiers de cette pâte.

On procède ensuite au pétrissage, qui se fait en plusieurs temps : le *délayage*, qui se fait en versant d'abord sur le levain la quantité d'eau nécessaire à la préparation de toute la pâte. C'est pendant le délayage que, dans le but de relever le goût de la pâte, on ajoute un peu de sel (environ 500 grammes par sac de farine contenant 157 kilogrammes). Puis on malaxe de manière à diviser le tout en pâte fluide bien exempte de grumeaux. Quand la masse est bien homogène, on y ajoute la quantité de farine utile pour former une pâte de consistance convenable. Cette opération constitue le *frasage*. On réunit alors dans le pétrin la pâte en une seule masse pour faire le *contre-frasage*, c'est-à-dire qu'on relève la pâte de droite à gauche, en retournant successivement toute la masse et la travaillant ensuite par degrés, de gauche à droite; l'ouvrier soulève chaque quantité qu'il peut porter et la laisse retomber de tout son poids, afin d'y introduire l'air qui favorise la fermentation. Viennent ensuite le *découpage* et le *pâtonnage;* on divise la pâte en pâtons d'un poids égal à 1/15 ou 1/16 p. 100 de pain à obtenir; on les saupoudre avec un peu de remoulage ou de farine de maïs

(*fleurage*), puis on retourne ces pâtons en les plaçant entre les plis d'une longue toile, ou dans une corbeille garnie d'une grosse toile et saupoudrée de fleurage. La fermentation reprend de l'activité sous l'influence de la température, et les pâtons se gonflent par degrés.

Le mouvement d'agitation nécessaire dans le pétrissage devient plus difficile à pratiquer à mesure que l'élasticité du gluten se manifeste et que l'homogénéité de la masse s'effectue. Lorsque la farine est riche en gluten élastique, et lorsque tout ce qui concourt à rendre cette élasticité permanente se trouve réuni, le pétrissage est très-pénible. Aussi c'est ordinairement l'ouvrier le plus robuste qui est chargé de cette laborieuse opération. Cet ouvrier porte la qualification d'aide, et non celle de *gindre*, qu'on lui donne parfois, d'après le cri qu'il pousse (*geindre*) souvent avec exagération, et que lui arrachent les efforts qu'il fait pour accomplir sa tâche.

C'est pour cette opération, la plus importante de la panification, que l'ouvrier intelligent, animé véritablement du sentiment de son art, est obligé de pénétrer, pour ainsi dire, dans le domaine de la science, pour comprendre les phénomènes qui se passent sous sa main et entre ses bras. Car la pâte n'est pas un corps inerte; elle a un mouvement propre, une vie intérieure qui se révèle à celui qui la touche. Et c'est cette vie que le pétrisseur entretient et prolonge en mettant en contact, par un déplacement continuel de surface, les corps susceptibles de se combiner, de se mélanger et de réagir les uns sur les autres.

Le but du pétrissage ne consiste pas seulement à mélanger la farine avec l'eau pour former la pâte, mais encore à incorporer à celle-ci le levain de manière que chaque molécule de ce dernier soit répartie également dans la masse et incorporée avec elle pour lui communiquer son germe de fermentation. Il faut donc étudier et suivre avec soin la marche de la fermentation, afin de l'accélérer et de l'arrêter aux limites qu'elle ne doit pas dépasser dans la panification. Il faut en connaître les produits et leurs effets pour régler convenablement les éléments sous l'influence desquels elle se forme; c'est dire de suite qu'il faut avoir une connaissance parfaite de la nature et des propriétés des corps qui composent la farine, de la température de l'eau et de celle de l'air, et de la puissance de la levure qu'on ajoute à la pâte pour augmenter les éléments de la fermentation. Toutes ces causes sont évidemment du domaine de la science, mais malheureusement bien peu de boulangers s'en préoccupent.

Le découpage doit être également fait avec beaucoup de soin et avec promptitude. C'est dans cette opération que l'élasticité de la pâte se développe, que l'air refoulé soulève pour s'échapper le gluten, et prépare celui-ci à se dilater sous l'influence des produits de la fermentation.

La pâte dans le pétrissage ne doit toujours être que soulevée, allongée, étirée, mais jamais déchirée et macérée; elle doit être de plus alternativement déplacée. Le pâtonnage que les ouvriers habiles exécutent avec une certaine satisfaction comme le résultat d'un pétrissage parfait, n'en témoigne pas moins de leur impuissance, puisqu'ils ne peuvent le pratiquer que par partie. Un étirage général de la pâte produit exactement le même effet.

Il faut cependant observer que le mouvement continu et général de la pâte présente de graves inconvénients qui ont occasionné la non-réussite de bien des pétrins mécaniques. En effet, dans le pétrissage à bras d'homme, la fermentation n'est jamais interrompue qu'un instant et partiellement. Le pâton ou la partie de la pâte que l'on manipule reprend, au sortir des mains de l'ouvrier, la vie intérieure que le travail avait suspendue un moment, tandis que, par l'action mécanique, l'agitation continuelle de la pâte prolonge son engourdissement. C'est pourquoi on est obligé de la laisser reposer, ou, comme on le dit, rentrer

en levain, avant de lui donner la forme du pain. Ainsi, toutes les opérations du pétrissage (délayage, frasage, étirage) doivent être faites par des mouvements successifs et non continus.

C'est en tenant le plus grand compte de ces observations que l'on a été amené à la perfection progressive des pétrins mécaniques, et aujourd'hui la question ne laisse plus rien à désirer.

Dès l'an 1760, on avait essayé un appareil destiné à remplacer le travail manuel dans le pétrissage, mais ce fut sans succès. Un sieur Salignac avait imaginé une machine destinée à pétrir à la fois une très-grande quantité de farine. C'était une sorte de herse qui agitait et remuait la pâte en tournant circulairement. Si l'on avait besoin de plus de force, on pouvait faire mouvoir cette machine avec une manivelle ou avec des chevaux. Salignac fit ainsi, en 14 minutes, en présence d'une commission de l'Académie des sciences, un pain qui fut trouvé beau et bon, malgré les nombreuses imperfections qu'il devait présenter. L'année suivante, un boulanger de Paris, nommé Cousin, présenta une autre machine du même genre, dont l'épreuve eut lieu aux Invalides.

Plus tard, en 1811, un autre boulanger de Paris, Lambert, inventa la lambertine, caisse quadrangulaire en bois, tournant autour d'un axe horizontal. Dans cette caisse se faisait un mélange, et non un pétrissage, aussi la lambertine n'eut aucun succès. Mais si Lambert, qui était cependant un praticien habile, a, par l'autorité de son expérience, inculqué une erreur dangereuse, celle de la suppression du délayage, on doit cependant lui savoir gré d'avoir donné le signal important des améliorations.

Fontaine, un peu plus tard, ajouta à la lambertine deux barres de bois, placées en diagonale, et se croisant sans se toucher. Ce pétrin fut encore un peu perfectionné par les frères Mouchot qui, dans leur intéressante boulangerie aérotherme de Montrouge, les appliquèrent avec un certain succès. Cependant ces pétrins présentaient toujours deux graves inconvénients : la suppression du délayage et le pétrissage en vase clos. L'exacte fermeture empêche, il est vrai, l'eau de s'échapper, mais elle empêche également l'entrée de l'air. Cependant ce dernier est indispensable non-seulement à la fermentation, mais encore à la panification. La fermentation ne peut s'établir sans le concours de l'air auquel elle emprunte son oxygène pour former de l'acide carbonique, cette puissance expansible qui donne au pain la légèreté qui caractérise sa perfection. Le pétrissage introduit l'air et le retient dans les pores de la pâte que la fermentation a préparée, et leur conserve la forme cellulaire, qu'une nouvelle production d'acide carbonique agrandit pendant la fermentation et à la forme expansible duquel l'air prête son concours.

C'est en étudiant, avec le secours de l'expérience pratique, les avantages et les imperfections des moyens d'exécution de toutes les machines à pétrir inventées jusqu'à ces dernières années, en acceptant les unes, repoussant les autres et modifiant l'ensemble, qu'on devait arriver par des combinaisons simples à la solution de ce problème qui intéresse également les ouvriers boulangers et les consommateurs. C'est dans cet ordre d'idées qu'ont été construits les pétrins Moret, Stevens, Boland, Rolland, Lesobre, Lebaudy et Drouot, Deliry-Desboves.

Les pétrins Moret et Rolland n'exécutent qu'une partie du pétrissage à bras. Ils mélangent intimement, par portions, l'eau et la farine, mais ils ne produisent pas les déplacements nécessaires pour arriver à la combinaison parfaite de toutes les parties de la pâte. Le pétrin Boland, construit par Boland père et perfectionné par son fils, tous deux boulangers très-intelligents, possédant un grand amour de leur art, a fait faire un immense pas à la question.

Ce pétrin se compose d'une caisse métallique, demi-cylindrique, sur les deux extrémités de laquelle est placé un arbre hexagone en fonte, tournant dans des coussinets fixés extérieurement pour éviter l'épanchement des huiles dans la pâte. Sa rotation, qui doit être rigoureusement de six tours à la minute, au moins, pour les pâtes fermes, et de dix tours pour les pâtes douces, a lieu au moyen d'un pignon, d'une roue d'engrenage et d'un volant à manivelle. On pourrait, s'il était nécessaire, pour augmenter la force en diminuant la vitesse, ajouter une roue communiquant le mouvement au pignon. A chaque extrémité de l'arbre, dans l'intérieur du pétrin, s'élèvent à l'une et s'abaissent à l'autre deux lames en fer, formant rayons, qui ont pour but de rejeter alternativement vers l'intérieur la pâte qui se trouve aux deux extrémités. De chacune de ces lames part une courbe hélicoïdale qui, en se contournant en spirale vers son extrémité, rejoint l'autre lame à sa naissance près du tourillon. Ces deux lames se contournent hélicoïdalement et spiralement autour d'un axe imaginaire. Elles obliquent en sens inverse l'une de l'autre et sont reliées entre elles, dans la plus grande largeur, par une courbe également contournée. Entre cette dernière et les grandes lames helicoïdales existent quatre courbes de moindre dimension qui les unissent aux deux extrémités opposées, le tout formant une double surface gauche.

Ces courbes sont spiralées de manière qu'une partie de l'une parcourt la moitié de la partie intérieure du pétrin en ramenant la pâte à l'autre extrémité; tandis que l'autre lame, pénétrant à son tour dans l'intérieur, exécute le même mouvement du côté opposé, et ramène la matière avec la première lame.

Toutes les parties agissantes de ce pétrisseur plongent en flanc et successivement dans la pâte, pour en diminuer la résistance, et croisant en tous sens sans heurter le mouvement général, soulèvent, allongent et étirent la pâte et produisent un développement rationnel auquel un mouvement déréglé, qui occasionnerait le déchirement et la macération de la pâte, ne peut être comparé.

Les pétrins de M. Deliry-Desboves, de Soissons (Aisne), occupent une grande partie de la manutention civile et militaire, dirigée par MM. Plouin et Vaury, dans le parc de l'Exposition universelle. Ils méritent une mention toute particulière, tant pour l'excellence de leur construction que pour l'intelligente persistance qui a présidé à leur fabrication. En effet, M. Deliry, boulanger expérimenté, n'a pas hésité, quoique atteint presque de cécité, à créer et diriger, aidé de son fils, un établissement spécial pour la construction de ses pétrins, afin de pouvoir en améliorer et en surveiller lui-même tous les détails de construction.

Le pétrin Deliry est un bassin en fonte, tournant sur un axe vertical. L'intérieur est muni : 1° d'un pétrisseur en forme de lyre pour fraser la pâte et ensuite la découper pendant toute la durée de son travail ; 2° de deux allongeurs en forme d'hélices pour souffler la pâte en tous sens et parties par parties, tel que cela se pratique dans le pétrissage à bras. Les bassinages et séchages se font mieux et plus vivement qu'avec les bras; 12 ou 15 minutes suffisent à travailler deux ou quatre quintaux de farine, selon le diamètre du bassin. Il sert aussi bien pour la fabrication du levain que pour celle de la pâte, et présente une grande facilité pour le nettoyage. L'ouvrier boulanger chargé de sa marche peut, avec une commodité extrême, régler sa pâte sans arrêter le mécanisme. Durant le travail de la pâte, le pétrin se nettoie lui-même et continuellement à l'aide d'un coupe-pâte qui y est adapté.

La marche du travail est des plus simples. On commence par verser l'eau et le levain, puis on met le pétrin en marche au moyen de la poulie de commande et on embraye le fraseur : le levain étant délayé, on verse la farine et on embraye les deux pétrisseurs. Au bout de 12 à 15 minutes, la pâte étant suffisamment

pétrie, on remonte au moyen du volant la vis qui est logée dans l'arbre vertical, laquelle enlève la calotte et dégage, par ce moyen, les trois pétrisseurs de la pâte. Il ne reste plus dès lors qu'à enlever le coupe-pâte et à le remplacer par un porte-balance pour peser la pâte dans le pétrin même. Cette modification est très-heureuse. On n'a qu'à faire tourner le bassin sur ses galets au fur et à mesure des besoins jusqu'à la fin du pesage de la pâte.

Les modèles de ces pétrins sont représentés par les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7.

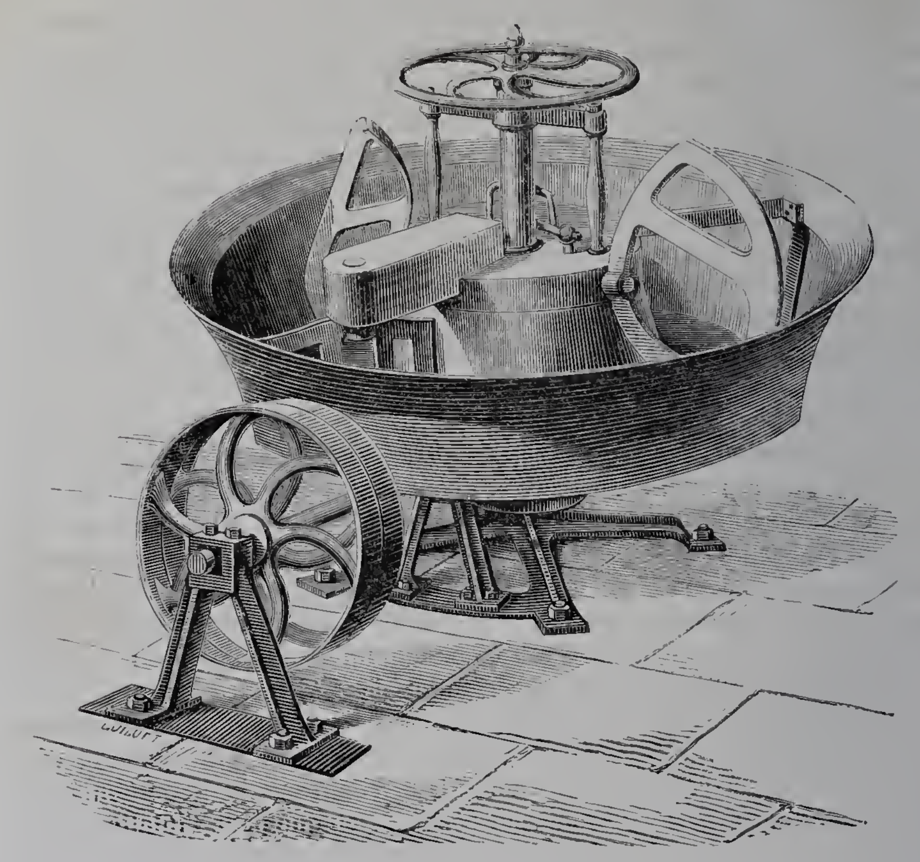


Fig. 1.

Le dessin n° 1 représente un pétrin muni de ses poulies de commande, pour recevoir la courroie d'un moteur quelconque, avec débrayage de tout le mécanisme. Ils ont une contenance de 500 ou de 250 kilogrammes de pâte suivant que leur diamètre est de 1m,90 ou de 1m,60. Ils coûtent 1,600 et 1,500 francs.

La figure n° 2 [1] représente le même pétrin mais sans débrayage du mécanisme. Il est spécialement destiné aux fermes et aux petites boulangeries. Un jeune homme peut facilement les mettre en mouvement. Leur contenance est de 150 kilog. de pâte pour un diamètre de 1m,30. Avec un diamètre de 1m,10 ils contiennent 75 kilog. de pâte et coûtent 500 francs avec moteur à bras.

Le n° 3 est à manége locomobile. Il peut se placer à volonté sur une voiture et, par cela même, rendre de grands services à l'armée en campagne. On le construit avec ou sans le débrayage de tout le mécanisme.

Le pétrin représenté dans le dessin n° 4 est très-commode pour les boulange-

1. Les figures 2 et suivantes sont dans les planches LXXI et LXXII. (La fig. 5, pl. LXXI, porte par erreur le numéro 15.)

ries qui n'ont pas de force, vapeur ou autre, à leur disposition. Il est muni d'un moteur à bras et peut être tourné facilement par un homme.

Les figures 5 et 6 représentent des pétrins dont le mécanisme est commandé directement par un manége à un cheval. L'un est avec le débrayage de tout le mécanisme et l'autre sans débrayage.

Le dessin nº 7 est un pétrin commandé directement par une machine à vapeur placée sur le pied au-dessous du bassin et avec débrayage de tout le mécanisme. Le pétrin, de 1m,90 de diamètre pouvant contenir 500 kilog. de pâte, coûte 2,800 francs. Celui de 1m,60 de diamètre contenant seulement 250 kilog. de pâte coûte 2,500 francs.

M. Deliry-Desboves ne s'est pas contenté d'utiliser son pétrin à la fabrication du pain ; il en a étendu l'emploi à la fabrication de la pâte à biscuit à l'usage de l'armée et de la marine, ainsi que pour les pâtes à potage, vermicelle, macaroni, etc. Mais on comprend que pour ces pâtes, la forme des pétrisseurs a dû nécessairement changer. Ces pétrisseurs sont au nombre de quatre et en acier. Ils travaillent ensemble et continuellement la pâte en tous sens. La pâte étant très ferme et bien pétrie ne s'attache ni après le pétrin, ni après les pétrisseurs, il n'y a donc aucun nettoyage à faire. 12 à 15 minutes suffisent pour travailler 200 ou 300 kilog. de pâte, selon le diamètre du bassin et sans avoir besoin d'autres appareils, c'est-à-dire en supprimant entièrement la table à levier, appelée vulgairement *bête à corne*.

La pâte étant bien pétrie il ne reste plus qu'à l'enlever pâton par pâton, pour la passer dans un laminoir spécial où les biscuits sortent tout découpés et percés selon la forme et la grandeur que l'on veut leur donner. Pour les pâtes à potage, il ne reste alors qu'à les mettre dans les presses préparées à cet usage où elles sortent en vermicelle, macaroni, pâte d'Italie, etc.

Pour mettre en marche ces pétrins, on commence par verser l'eau et la farine, puis on met en mouvement au moyen de la poulie de commande ; au bout de 12 à 15 minutes, le travail de la pâte étant terminé, on remet la courroie sur la poulie folle pour arrêter le pétrin ; ensuite à l'aide du volant, on relève la calotte, laquelle, par ce moyen, dégage les pétrisseurs de la pâte et donne toute facilité pour la retirer.

Les figures nos 8 et 9 représentent ces pétrins pour pâtes à biscuits, à vermicelle, à macaroni, etc., l'un muni de ses poulies de commande pour recevoir la courroie d'un moteur quelconque, avec débrayage de tout le mécanisme, l'autre sans débrayage du mécanisme. Ces pétrins ont les contenances suivantes selon le diamètre :

Diamètre.	Contenance en kilog.	Prix.	
		Avec débrayage.	Sans débrayage.
1m,90.	300.	1,600.	1,500
1m,60.	150.	1,500.	1,400
1m,35.	75.	1,000.	900

Les deux dernières grandeurs de pétrins peuvent être commandées directement par un manége à un cheval ou par un moteur à bras, tourné par deux hommes.

On comprend qu'il peut être construit des pétrins à deux fins, c'est-à-dire qu'un seul pétrin peut suffire pour faire le pain et le biscuit. Pour cela la calotte qui renferme le mécanisme du pétrissage de la pâte à pain est simplement remplacée par celle qui renferme le mécanisme du pétrissage de la pâte à biscuit. Ce changement peut s'opérer facilement au moyen d'un moufle que l'on adapte à un crochet placé au-dessus du pétrin ; ce crochet est mobile, c'est-à-dire qu'il

est adapté au-dessous d'un galet roulant à volonté de droite à gauche sur un rail en fer fortement suspendu au plafond.

Comme nous venons de le voir, par cette énumération rapide, les pétrins Deliry renferment toutes les conditions exigées pour produire dans les meilleures conditions un travail toujours bon et régulier. Ils peuvent être appliqués aux boulangeries civiles ou militaires, aux fermes ou aux grandes exploitations agricoles. Le pétrissage mécanique facilite la bonne tenue du fournil, car l'ouvrier intelligent peut trouver tout le temps désirable pour la mise en ordre et le nettoyage des objets de la manutention. Le travail a toute la propreté voulue; la santé et la force des ouvriers, le goût des consommateurs s'en trouvent également bien.

Nous faisons des vœux pour que les moyens mécaniques de manutention prennent bientôt une plus large place chez nos boulangers, car un jour viendra sans doute où nos descendants, qui liront la technologie du dix-neuvième siècle, se demanderont si réellement, à cette époque de progrès industriel, on préparait encore le premier de nos aliments par le travail grossier dont nous sommes journellement témoins, en plongeant les bras dans la pâte, la soulevant et la rejetant avec des efforts tels qu'ils épuisent l'énergie des hommes demi-nus et font ruisseler la sueur dans la substance alimentaire. Cela n'est que trop vrai cependant, et, chez la plus grande partie des boulangers, la panification est restée à l'état primitif d'un métier manuel pénible et malpropre.

La liberté du commerce de la boulangerie ne produira des résultats avantageux pour les consommateurs et les fabricants que le jour où le métier de la panification sera devenu une industrie mécanique, comme la fabrication du sucre, du chocolat et de tant d'autres matières alimentaires qui ont su mettre à profit tous les progrès de l'industrie et de la science. Cependant il faut dire que les produits alimentaires qui peuvent attendre le consommateur pendant plusieurs mois ne doivent pas être comparés au pain qui, vingt-quatre heures après la cuisson, perd déjà en partie ses qualités et sa valeur, et on ne doit admettre la création des grandes fabriques de pain que pour l'armée, les hospices, les prisons ou dans des circonstances exceptionnelles.

Le pétrissage à bras a de si grands inconvénients qu'il est impossible que la panification entre sérieusement dans la voie du progrès sans l'adoption des appareils mécaniques avec moteur. Mais le moteur, vapeur ou cheval, coûte cher à entretenir.

Le moteur agit pendant le pétrissage, qui dure environ dix ou douze minutes avec le pétrin mécanique. Chez un boulanger qui fait dans la nuit dix fournées simples ou doubles, le moteur agira donc pendant dix fois douze minutes ou deux heures seulement ; mais chaque fournée exigeant, au moins, une heure de travail pour être complète, dix fournées dureront dix heures, et si la pression de la vapeur doit être maintenue pendant dix heures pour agir pendant deux heures seulement, il s'ensuit inutilement une dépense de combustible importante et un grand danger.

En effet, le moteur, après chaque pétrissée, reste au repos pendant plus de trois quarts d'heure; la chaudière exige donc pendant ce temps la surveillance d'un homme spécial, car si le feu n'est pas couvert convenablement la vapeur montera d'une façon dangereuse, ou bien la pression fera défaut pour la pétrissée suivante, et le levain ne peut pas attendre.

D'autre part, la chaudière dans le fournil réduit l'emplacement d'une façon gênante et donne une grande chaleur qui nuit, par son excès, à la fermentation des pâtes en planches.

C'est pour parer à ces divers inconvénients que MM. L. Lebaudy et H. Lan-

dry se sont préoccupés de doter la boulangerie d'appareils mécaniques à vapeur, remplissant avec supériorité toutes les conditions du pétrissage à bras, tout en évitant les difficultés et les dangers que nous venons de signaler. Ils utilisent simplement pour cela la chaleur qui s'échappe en pure perte par les ouras des fours pendant le chauffage. Nous aurons occasion de revenir sur cette disposition lorsque nous parlerons des fours usités jusqu'à ce jour dans la boulangerie. Pour le moment nous ne voulons nous occuper que de la pétrisseuse employée par ces messieurs et dont un modèle fonctionne jour et nuit à l'Exposition universelle.

Cette pétrisseuse se compose d'un bassin circulaire en fonte qui tourne autour d'une colonne servant d'assise à la machine à vapeur; cette colonne renferme les engrenages qui font mouvoir une fourchette et deux hélices dans le bassin où se pétrit la pâte. Le bassin en tournant amène la pâte à la fourchette et aux hélices fixées sur la colonne ; la pâte conserve ainsi le temps de repos indispensable à la fermentation.

La fourchette tournant sur un axe vertical produit un mélange complet de la farine, de l'eau, et du levain et découpe la pâte.

Les hélices dont les axes sont horizontaux, étirent et soufflent la pâte dans les conditions nécessaires à une parfaite panification.

La fermentation, enfin, qui régit la confection de la pâte et agit aussi bien que dans le pétrissage à bras d'homme, démontre les excellentes combinaisons de cette machine pétrisseuse, imaginée par MM. Drouot et Lebaudy.

Pour nous résumer, les caractères les plus saillants de perfection que possède ce pétrin sont les suivants :

1° La facilité avec laquelle les substances à mélanger peuvent être placées dans les pétrins, en être retirées, et celle avec laquelle on peut nettoyer le pétrin et les mélangeurs; opérations qui toutes peuvent être accomplies pendant la marche et sans danger pour l'ouvrier ;

2° La construction particulière et l'action des mélangeurs pendant le mouvement simultané du pétrin, combinaison qui a pour effet de pétrir les substances en pâte conformément à la meilleure méthode pratiquée à bras, mais avec une précision de détail et une régularité qu'on ne saurait espérer d'atteindre avec les bras. L'action croisée des mélangeurs, qui est particulière à cette machine, est un grand perfectionnement qui rend impossible qu'aucune parcelle de la pâte échappe à leur travail; et qui produit une pâte d'une finesse et d'une uniformité qui améliore l'aspect et la qualité du pain ;

3° La régularité de l'action de la machine et la rapidité avec laquelle elle accomplit l'opération du mélange, aussi bien que l'extrême simplicité de ses agencements pour régler et contrôler l'appareil mélangeur, rendent sa direction immédiatement accessible à l'ouvrier le plus ordinaire.

Disons, en terminant cette étude sur les pétrins mécaniques, que le doute n'est plus permis à cette heure, la critique n'est plus possible; il faut se rendre à l'évidence et appliquer bien vite partout des appareils qui fonctionnent avec tant de succès. Si les boulangers intelligents ont de bonnes raisons pour accueillir à bras ouverts le pétrin mécanique, les consommateurs en ont de bonnes aussi pour désirer qu'il se vulgarise promptement. Si les boulangers attendent de cette innovation un pétrissage parfait, une pâte toujours homogène, une qualité de pain soutenue pour toutes les fournées considérables, et avec cela une garantie d'indépendance, les consommateurs en attendent, eux aussi, certains avantages, que nous avons fait connaître plus haut, et que le pétrissage à bras ne leur offre pas.

Ce n'est pas uniquement au point de vue d'une propreté rigoureuse que le consommateur est intéressé au triomphe du pétrin mécanique, il y est intéressé, en outre, parce que ce pétrin permettra d'employer à la panification des farines riches en gluten de bonne qualité. Pourquoi repousse-t-on si obstinément les farines rondes, et par conséquent le pain de ménage? Parce que le travail de ces farines rondes est tellement pénible, qu'on ne trouverait pas de gindre pour les pétrir.

Aujourd'hui, le gindre est trouvé, et celui-ci a des muscles de fer, et de la vapeur dans les veines. Pourquoi sacrifie-t-on les blés demi-durs riches en gluten aux blés tendres, qui sont moins riches? Parce que, comme l'a dit très-bien M. Joigneaux, le pétrissage à bras y trouve son compte en même temps que la meunerie, tandis que le pétrissage mécanique triompherait aisément des farines de blés demi-durs, à la grande joie des consommateurs. Pourquoi enfin rejette-t-on les blés demi-durs du Midi et de l'Algérie, qui, mélangés en proportions convenables avec nos blés tendres augmenteraient la puissance nutritive du pain? C'est encore et toujours à cause de l'impossibilité où nous sommes d'en pétrir la pâte à bras d'hommes.

Du moment que, par l'intermédiaire des pétrins mécaniques, nous arrivons à lever les obstacles qui existent du côté de la boulangerie, elle a tout intérêt à répondre au désir de la consommation; et la meunerie, qui maintenant procède en souveraine, sera bien forcée de modifier sa fabrication, de rechercher les blés dont elle ne veut plus, de réhabiliter ce qu'elle a proscrit, de redemander à la culture les variétés auxquelles celle-ci n'a renoncé qu'à regret.

Maintenant que nous avons indiqué les procédés employés pour pétrir la pâte, il nous reste à décrire les moyens dont on se sert pour sa cuisson, ainsi que les différentes espèces de pain que l'usage où les besoins spéciaux d'une certaine classe de consommateurs, mettent dans la nécessité de fabriquer. Cela fera l'objet d'un prochain article.

HENRI VILLAIN.

(*La suite prochainement.*)

ÉTUDES SUR L'EXPOSITION

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES DEUX PREMIÈRES SÉRIES (FASCICULES 1 A 10).

Titres des Articles (1re et 2e Séries).

Description des Planches DE LA 2e SÉRIE.

(Voir, pour la description des planches de la 1re série, tome 1er, page 493.)

Gravures de la 2e Série.

(Voir, pour les gravures de la 1re série, tome 1er, page 494.)

PARIS. — IMP. P.-A. BOURDIER, CAPIOMONT FILS ET Cie, 6, RUE DES POITEVINS
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.




SPECIAL 93-B
6314-1
v. 2
GETTY CENTER LIBRARY

